

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-153849  
 (43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

H04B 7/005  
 H04B 1/04  
 H04J 3/00  
 H04L 27/36  
 H04L 27/20

(21)Application number : 07-311860  
 (22)Date of filing : 30.11.1995

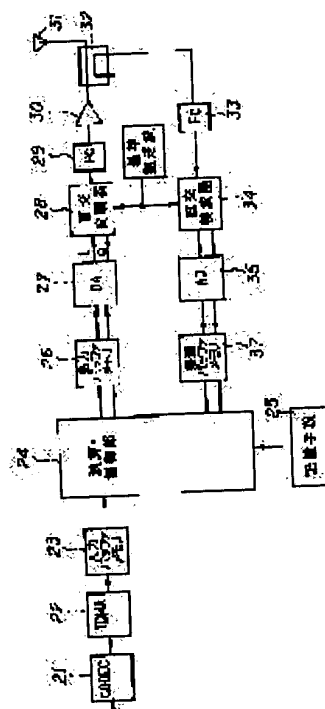
(71)Applicant : FUJITSU LTD  
 (72)Inventor : MORIYAMA YUKIHIRO  
 OSAKI KIMIYA

## (54) RADIO EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce adjacent channel leaking power and to realize satisfactory communication by converging a distortion compensation coefficient to an optimum value in a short time.

SOLUTION: The output of a transmission power amplifier 30 is terminated with a pseudo load having the same input impedance with an antenna 31, and random transmission data is inputted to an operation/control part 24. The operation/control part 24 executes a pre-distortion processing on data, outputs it, compares transmission data with data obtained by detecting a carrier and updates the distortion compensation coefficient. The distortion compensation coefficient converged by means of the similar progressing is initialized in a non-volatile storage means 25. In an operation, the operation/control part 24 executes the pre-distortion processing on transmission data by using the distortion compensation coefficient stored in the storage means, operates the distortion compensation coefficient by using transmission data and data obtained by demodulating the carrier and updates it. When communication terminates, the content of the storage means 25 is rewritten by means of the latest distortion compensation coefficient and the pre-distortion processing is executed by using the distortion compensation coefficient store din the storage means 25 for next communication.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3323715

[Date of registration]

28.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平9-153849

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	7/005		H 0 4 B	7/005
	1/04			1/04
H 0 4 J	3/00		H 0 4 J	3/00
H 0 4 L	27/36		H 0 4 L	27/20
	27/20			27/00
				J
				H
				Z
				F
審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 44 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-311860

(22) 出願日 平成7年(1995)11月30日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 森山 幸弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 大崎 仁也

福岡県福岡市博多区博多駅前3丁目22番8  
号 富士通九州デジタル・テクノロジー株  
式会社内

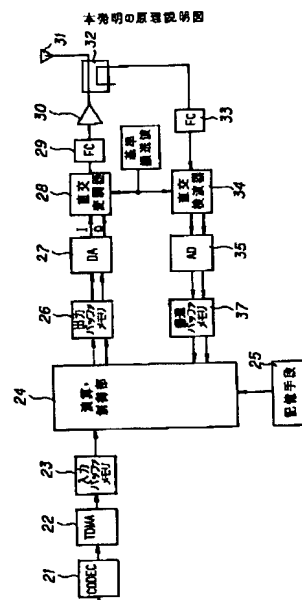
(74) 代理人 弁理士 斉藤 千幹

(54) 【発明の名称】 無線装置

(57) 【要約】

【課題】 歪補償係数を短時間で最適値に収束させることにより隣接チャネル漏洩電力を低減し、良好な通信を行えるようにする。

【解決手段】 空中線31と同一の入力インピーダンスを有する疑似負荷で送信電力増幅器30の出力を終端し、ランダムな送信データを演算/制御部24に入力する。演算/制御部は該データにプリディストーション処理を施して出力すると共に、送信データと搬送波を検波して得られたデータとを比較演算して歪補償係数を更新する。以後、同様の処理により収束した歪補償係数を不揮発性記憶手段25に初期設定する。運用時には演算/制御部は記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施し、送信データと搬送波を復調して得られたデータとを用いて歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に最新の歪補償係数で記憶手段の内容を書き替え、次の通信に際して該記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDMA方式の無線装置において、増幅装置の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信した搬送波出力を分岐復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を更新する演算／制御部を備えたことを特徴とする無線装置。

【請求項2】 通信終了時に最新の歪補償係数で前記記憶手段の内容を書き替えることを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項3】 無線装置の空中線を除去し、該空中線と同一の入力インピーダンスを有する疑似負荷で無線装置の出力を終端し、前記演算／制御部は送信した変調信号と搬送波出力を分岐復調して得られた復調信号とを比較して増幅器の歪補償係数を演算、更新し、以後、プリディストーション処理及び歪補償係数の演算、更新処理を繰返して収束した歪補償係数を前記記憶手段に記憶することを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項4】 割り当てられたタイムスロット以前に、前記演算／制御部でプリディストーション処理が施された変調信号のデータを記憶する第1のデータ記憶手段、第1のデータ記憶手段に記憶されたデータで変調した搬送波を増幅して前記割り当てられたタイムスロットにおいて送信する送信部、前記送信部から分岐した搬送波を帰還し、直交復調して得られた復調データを記憶する第2のデータ記憶手段を備え、演算／制御部は割り当てられたタイムスロットとアイドルタイムスロットにまたがって前記歪補償係数の演算及び更新処理を行うことを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項5】 演算／制御部は変調信号の各レベル毎に歪補償係数の更新処理を実行すると共に、TDMAフレーム期間において既に更新済みのレベルの送信データについては、該TDMA期間において歪補償係数演算を省略することを特徴とする請求項4記載の無線装置。

【請求項6】 次のTDMAフレーム期間における自己のタイムスロットが迫ったことを監視する監視部を備え、自己のタイムスロットが迫ったことが検出された時、演算／制御部による歪補償係数の演算、更新処理を打切ることを特徴とする請求項4記載の無線装置。

【請求項7】 タイムスロットが、データを送信するバースト期間と該バースト期間の前に置かれるプリアンブル期間を有する場合、該プリアンブル期間に低速データ

を演算／制御部に入力する手段を備え、

演算／制御部はプリアンブル期間に入力される低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算して更新した後に、バースト期間に出力される高速データを前記得られた歪補償係数でプリディストーション処理して出力すると共に、自己のタイムスロット及びアイドルスロットにまたがって歪補償係数を演算して更新することを特徴とする請求項4記載の無線装置。

【請求項8】 無線装置の空中線で反射する反射波を検出する反射波検出手段と、データ送信バースト期間における反射波レベルが設定値以上か判別する反射波判定部を備え、演算／制御部は反射波レベルが設定値以上の時、歪補償係数の更新処理を行わないことを特徴とする請求項4記載の無線装置。

【請求項9】 無線装置の空中線で反射する反射波を検出する反射波検出手段と、データ送信バースト期間における反射波レベルが設定値以上か判別する反射波判定部と、反射波レベルが設定値以上の時の復調データを識別できるようにする手段を備え、前記演算／制御部は反射波レベルが設定値以上の時の復調データを用いて歪補償係数の更新処理を行わないことを特徴とする請求項4記載の無線装置。

【請求項10】 周囲温度を検出する温度検出手段を備え、各種温度毎に歪補償係数を前記記憶手段に記憶し、演算／制御部は運用時の周囲温度に応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理及び歪補償係数の更新処理を行うことを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項11】 電源電圧を検出する電源電圧検出手段を備え、各種電源電圧値毎にプリディストーション係数を前記記憶手段に記憶し、演算／制御部は運用時の電源電圧に応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理及び歪補償係数の更新処理を行うことを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項12】 送信周波数、送信電力の組合せに応じて歪補償係数を前記記憶手段に記憶し、演算／制御部はデータ送信時の送信周波数、送信電力に応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理及び歪補償係数の更新処理を行うことを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項13】 送信電力増幅器と空中線の間に設けられ空中線への進行波と反射波を検出する手段と、進行波と反射波を検波する検波手段と、検波された進行波と反射波の各電圧により空中線の電圧定在波比を算出する手段を備え、予め各種電圧定在波比に対応させて歪補償係数を前記記憶手段に記憶し、演算／制御部は運用時における電圧定在波比に応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理及び歪補償係数の更新処理を行うことを特徴とする請求項1記載の無線装置。

【請求項14】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDMA方式の増幅

器において、  
増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、  
前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて変調信号にプリディストーション処理を施す歪補償手段、  
タイムスロットが、バースト期間と該バースト期間の前に置かれるプリアンブル期間を有する場合、該プリアンブル期間に低速データを、バースト期間に通信データを前記歪補償手段に入力する手段、  
前記低速データと変調信号を復調して得られたデータとを比較して歪補償係数の演算、更新を行うと共にその適否を判定する手段、  
歪補償係数が適当な値でない場合には警報を出力する警報手段又はデータ送信を禁止する手段を備えたことを特徴とする無線装置。

【請求項15】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の無線装置において、  
増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、  
前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて通信データにプリディストーション処理を施すと共に、送信する変調信号の一部データと該データで変調した搬送波を復調して得られた復調信号を用いて歪補償係数をリアルタイムに演算、更新する演算／制御部を備えたことを特徴とする無線装置。

【請求項16】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の増幅器において、  
増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、  
前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信する搬送波を復調して得られた復調信号を用いて歪補償係数を更新する演算／制御部と、  
搬送波を復調して得られた復調信号を前記演算／制御部に入力するための付属装置を接続するための接続手段を備え、  
歪補償係数を前記記憶手段に記憶する際のみ、前記付属手段を接続して復調データを前記演算／制御部に入力し、演算／制御部で歪補償係数を演算、算出して記憶手段に記憶し、無線装置の実使用時には付属装置を使用せず、演算／制御部は記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すことを特徴とする無線装置。

【請求項17】 歪補償係数を前記記憶手段に記憶する際、変調信号のデータ伝送速度を低速にし、演算／制御

部で低速の変調信号と帰還、復調した復調データを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新して記憶手段に記憶することを特徴とする請求項16記載の無線装置。

【請求項18】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の無線装置において、

増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

10 タイムスロットが、バースト期間と該バースト期間の前に置かれるプリアンブル期間を有する場合、該プリアンブル期間に低速データを、バースト期間に通信データを出力する手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて入力された変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、前記低速データと該低速データで変調した搬送波を復調して得られた復調信号を用いて歪補償係数をリアルタイムに演算、更新する演算／制御部を備えたことを特徴とする無線装置。

20 【請求項19】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の増幅器において、

増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信した搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を更新する演算／制御部、

30 無線装置が複数のタイムスロットにおいて変調信号を送信する場合、所定のタイムスロットにおいて送信したデータと復調データを記憶する手段を備え、

演算／制御部は前記所定のタイムスロット以外のタイムスロットにおいて送信データと復調データを用いて歪補償係数の演算、更新処理を行うことを特徴とする無線装置。

【請求項20】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の無線装置において、

40 増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信した搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を更新する演算／制御部、

無線装置が複数のタイムスロットにおいて変調信号を送信する場合、所定の空きタイムスロットに低速データを挿入する手段を備え、

50 演算／制御部は前記低速データと該低速データで変調し

た搬送波を復調して得られた復調信号を用いて歪補償係数をリアルタイムに更新することを特徴とする無線装置。

【請求項21】 デジタル変調方式で変調した搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の増幅器において、増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信した搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を更新する歪補償手段、

変調器のオフセット値を測定するオフセット測定手段、オフセット値に基づいて変調信号にオフセット検出処理を施すと共にオフセット補償の収束を検出するオフセット検出手段を備え、

データを送信するバースト期間の前に置かれるプリアンブル期間において、オフセット測定手段はオフセット値の測定を行うと共に、オフセット補償手段は測定により得られたオフセット値に基づいてオフセット補償処理を行い、上記オフセット値の測定とオフセット補償処理を該オフセットが補償されるまで行い、

プリアンブル期間においてオフセットが補償されたとき、歪補償手段は次の自己のタイムスロットから歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に更新した歪補償係数を前記記憶手段に格納することを特徴とする無線装置。

【請求項22】 プリアンブル期間においてオフセットが補償されないとき、歪補償手段は前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて変調信号にプリディストーション処理を行って変調器に入力すると共に、歪補償係数の更新は行わないことを特徴とする請求項21記載の無線装置。

【請求項23】 変調器のオフセットを補償するレベル調整値（オフセット補償係数）を記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段を備え、

通信終了時に最新のオフセット補償係数を前記記憶手段に記憶し、通信に際してオフセット補償手段は該記憶手段に記憶されているオフセット補償係数を初期値としてプリアンブル期間におけるオフセット補償処理を開始することを特徴とする請求項21記載の無線装置。

【請求項24】 デジタル変調方式で変調された搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の増幅器において、増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共

に、送信した搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を演算、更新する歪補償手段、

搬送波を復調する検波器のオフセット値を測定するオフセット測定手段、

オフセット値に基づいて復調信号にオフセット補償処理を施すと共にオフセット補償の収束を検出するオフセット補償手段を備え、

データを送信するバースト期間の前に置かれるプリアンブル期間において、オフセット測定手段はオフセット値の測定を行うと共に、オフセット補償手段は測定により得られたオフセット値に基づいてオフセット補償処理を行い、上記オフセット値の測定とオフセット補償処理を該オフセットが補償されるまで行い、

プリアンブル期間においてオフセットが補償されたとき、歪補償手段は次の自己のタイムスロットから歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に更新した歪補償係数を前記記憶手段に格納することを特徴とする無線装置。

【請求項25】 プリアンブル期間においてオフセットが補償されないとき、歪補償手段は前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行って変調器に入力すると共に、歪補償係数の演算、更新は行わないことを特徴とする請求項24記載の無線装置。

【請求項26】 検波器のオフセットを補償するレベル調整値（オフセット補償係数）を記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段を備え、

通信終了時に最新のオフセット補償係数を前記記憶手段に記憶し、通信に際してオフセット補償手段は該記憶手段に記憶されているオフセット補償係数を初期値としてプリアンブル期間におけるオフセット補償処理を開始することを特徴とする請求項24記載の無線装置。

【請求項27】 デジタル変調方式で変調された搬送波を送信電力増幅器で増幅して送信するTDM方式の増幅器において、

増幅器の歪特性を補償するための歪補償係数を予め記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、

前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて送信する変調信号にプリディストーション処理を施すと共に、送信した搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を更新する歪補償手段、

変調器の送信オフセット値及び変調信号を復調する検波器の受信オフセット値を測定するオフセット測定手段、送信オフセット値に基づいて送信データにオフセット補償処理を施すと共に、受信オフセット値に基づいて復調データにオフセット補償処理を施し、かつ、これら送信オフセット補償及び受信オフセット補償の収束を検出するオフセット補償手段を備え、

データを送信するバースト期間の前に置かれるプリアン

ブル期間において、オフセット測定手段は各オフセット値の測定を行うと共に、オフセット補償手段は測定により得られた各オフセット値に基づいてオフセット補償処理を行い、上記各オフセット値の測定とオフセット補償処理を各オフセットが補償されるまで行い、

プリアンブル期間において各オフセットが補償されたとき、歪補償手段は次の自己のタイムスロットから歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に更新した歪補償係数を前記記憶手段に格納することを特徴とする無線装置。

【請求項28】 無線装置が複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合には、所定の空きタイムスロット期間においてオフセット測定手段はオフセット値の測定を行うと共に、オフセット補償手段は測定により得られたオフセット値に基づいてオフセット補償処理を行い、上記各オフセット値の測定とオフセット補償処理を各オフセットが補償されるまで行うことを特徴とする請求項21又は請求項24又は請求項27記載の無線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は無線装置に係わり、特に送信電力増幅器の増幅特性を直線化して非線形歪を抑え、隣接チャネル漏洩電力を低減する歪補償機能を備えた無線装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年周波数資源が逼迫し、無線通信に於いてデジタル化による高能率伝送が多く用いられるようになってきた。無線通信に多値振幅変調方式を適用する場合、送信側特に電力増幅器の増幅特性を直線化して非線形歪を抑え、隣接チャネル漏洩電力を低減する技術が重要であり、また線型性に劣る増幅器を使用し電力効率の向上を図る場合はそれによる歪発生を補償する技術が必須である。

【0003】 図36は従来の無線機における送信装置一例のブロック図であり、音声CODEC (Coder/Decoder) 1から送出されるデジタルデータ群は、TDMA部2においてバースト処理及びI信号とQ信号に分離処理され、割り当てられたタイムスロットにおいてDA変換器に出力される。DA変換器3はそれをアナログのベースバンド信号に変換して直交変調器4に入力する。直交変調器4は入力されたI信号、Q信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算し、乗算結果を加算することにより直交変換を行って出力する。周波数変換器5は直交変調信号と局部発振信号をミキシングして周波数変換し、送信電力増幅器6は周波数変換器5から出力された搬送波を電力増幅して空中線（アンテナ）7より空中に放射する。

【0004】 かかる送信装置において、送信電力増幅器の入出力特性は図37(a)の点線で示すように非直線性になる。この非直線特性により非線形歪が発生し、送

信周波数 $f_0$ 周辺の周波数スペクトラムは図37(b)の点線に示すようにサイドローブが持ち上がり、隣接チャネルに漏洩し、隣接妨害を生じる。このため、歪発生を補償する歪補償技術としてLIN C (Linear Amplification By Combination Of C-Class Amplification)、フィードフォワード方式、アナログカルテシアン方式、ポーラリング方式、非線型素子によるプリディストーション方式等のアナログの歪補償方式が多種提案されている。しかしながら、これら方式は、歪改善性能を向上させるために帰還ゲインを多くすると帯域雑音が増加したり、位相調整が難しいという欠点を有していた。

【0005】 このような現状に於いて、近年LSI技術の進歩により信号処理プロセッサ (DSP: Digital Signal Processor) の処理速度が格段に向上して来たために、デジタル信号処理技術により歪補償する方式が現実のものとなってきた。デジタル非線形歪補償方式としては、ビクトリア大学 (オーストラリア) で提唱されたAdaptive Linearisation using pre-distortion (Michael Fulkner & Mats Johanson; "Adaptive Linearisation using pre-distortion-Experimental Results", IEEE TRANSACTION ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. NO 2, MAY 1994) 等多くの論文が発表されており、理論としては周知なものとなっている。このデジタル方式が実用化されれば前述アナログ方式の欠点が解決されることになる。

【0006】 図38はDSPを用いたデジタル非線形歪補償機能を備えた送信装置のブロック図である。音声CODEC 1から送出されるデジタルデータ群は、TDMA部2においてバースト処理され、割り当てられたタイムスロットにおいて例えば、DSPで構成される演算/制御部8に入力される。演算/制御部8は機能的に図39に示すように、変調信号の入力レベル0~1023に応じた歪補償係数 $h(\pi)$  ( $i=0\sim1023$ ) を記憶する歪補償係数記憶部8a、送信データに応じた歪補償係数 $h(\pi)$  を用いて該送信データに歪補償処理 (プリディストーション) をほどこすプリディストーション部8b、送信変調信号と後述する直交検波器で復調された復調信号を比較し、その差が零となるように歪補償係数 $h(\pi)$  を演算、更新する歪補償係数演算部8cを備えている。

【0007】 演算/制御部8は入力信号のレベルに応じた歪補償係数 $h(\pi)$  を用いて該入力信号にプリディストーション処理を施し、I信号とQ信号に変換してDA変換器3に入力する。DA変換器3は入力されたI信号とQ信号をアナログのベースバンド信号に変換して直交変調器4に入力する。直交変調器4は入力されたI信号、Q信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算し、乗算結果を加算することにより直交変換を行って出力する。周波数変換器5は直交変調信号と局部発振信号をミキシングして周波数変換し、送信電力増幅器6は周波数変換器5から出力された搬送波信号を電力

増幅して空中線（アンテナ）7より空中に放射する。送信信号の一部は方向性結合器9を介して周波数変換器10にされ、ここで周波数変換されて直交検波器11にされる。直交検波器11は入力信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算して直交検波を行い、送信側におけるベースバンドのI、Q信号を再現してAD変換器12にする。AD変換器12は入力されたI、Q信号をデジタルに変換して演算/制御部8にする。演算/制御部8は送信した変調信号と直交検波器で復調された復調信号を比較し、その差が零となるように歪補償係数h(pi)を演算、更新する。ついで、次の送信すべき変調信号に更新した歪補償係数を用いてプリディストーション処理を施して出力する。以後、上記動作を繰り返すことにより、送信電力増幅器の非線形歪を抑えて隣接チャネル漏洩電力を低減する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、デジタル非線形歪補償方式は、送出信号を帰還検波し、送出信号と帰還信号の振幅をデジタル変換して比較し、比較結果に基づいて歪補償係数をリアルタイムに更新するという原理である。このため、デジタル処理するDSPの動作速度による制限を受け、データ伝送速度が高速になると処理速度が追いつかなくなるという欠点があった。すなわち、DSPは8Kbps程度の伝送速度にはリアルタイム演算が間に合うが、32Kbpsの高速伝送になると演算が間に合わなくなる。かかる欠点は伝送速度が高速になるほど帯域が広がり歪補償の必要性が増す高速伝送には致命的であり、換言すれば、図38の従来方法は高速伝送に適用できない。

【0009】かかる問題を解決する方法としてTDMA方式の無線装置では、自己に割り当てられたタイムスロットにおいて送信した変調信号のデータを蓄えておき、アイドルスロットの期間にまたがって歪補償の演算を行うことが考えられる。しかし、かかる方法では、バースト毎の歪み補償係数の更新になるので、各レベルの歪補償係数は良くて1TDMAフレーム周期に1回更新されるだけである。このため、歪補償係数が収束するまで時間がかかり、その間は歪補償が正常に行われず帯域が広がり、隣接妨害を生じ、しかも良好なデータ通信が行えないという問題がある。尚、図38のリアルタイム処理の場合には、1タイムスロットにn回同一レベルのデータがされるとn回歪補償係数が更新され、歪補償係数は短時間で収束する。

【0010】ところで、ベースバンド信号を位相と振幅に分離し、その大きさを比較する歪補償方式においては、直交変調器と直交検波器のオフセットによる振幅誤差があるとその演算に誤差を生じて適正な歪補償が行われなくなる。図40はQPSK変調された変調波を複素平面上に表したもので方向が位相、長さが振幅である。図のように本来振幅がaである場合、オフセットが

存在すると該オフセットが重畳され制御/演算部はその振幅をbと誤認識する。デジタル非線形歪補償方式はその振幅成分を比較するものであるため、かかる振幅の誤認識は歪補償誤差発生につながり、適正な歪補償ができなくなる。すなわち、オフセットが補償されないうちは、歪係数更新処理は意味がないばかりか却って悪影響をおよぼすことになる。

【0011】以上から本発明の第1の目的は、高速データ伝送に適用できる歪補償機能を備えた無線装置を提供することである。本発明の第2の目的は、予め歪補償係数を演算してメモリに記憶しておき、該歪補償係数を用いてプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を実行して歪補償係数の収束時間を短縮し、帯域の広がりを抑え、かつ、良好なデータ送信ができる無線装置を提供することである。本発明の第3の目的は最新の歪補償係数を保存し、次の通信に際して、該歪補償係数からプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を実行して歪補償係数の収束時間を短縮する無線装置を提供することである。本発明の第4の目的は、プリアンブル期間に低速データを演算/制御部にし、リアルタイムに歪補償係数更新処理を行って歪補償係数の収束時間を短縮する無線装置を提供することである。

【0012】本発明の第5の目的は、チャネル周波数/送信電力、周囲温度、電源電圧、空中線の特性のそれぞれに対して複数の歪補償係数をメモリに記憶しておき、使用時の状態に応じた歪補償係数を用いることにより歪補償係数の収束時間を短縮する無線装置を提供することである。本発明の第6の目的は、歪補償係数を演算してメモリに格納した後、直交検波器等の帰還手段を無線装置より取り外して運用し、メモリに記憶されている歪補償係数を用いて正確なプリディストーション処理を行うことにより、低価格、軽量化、サイズの小型化ができる無線装置を提供することである。本発明の第7の目的は、変調器、検波器のオフセットを補償してから、歪補償係数の更新処理を実行する無線装置を提供することである。本発明の第8の目的は、変調器、検波器のオフセット補償時間を短縮し、歪補償係数更新処理の開始時間を早めることができる無線装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。21はアナログ信号をデジタルデータに変換するCODEC、22はされたデータを割り当てられたタイムスロット以前の所定のタイミングでバースト化して、データを出力するTDMA部、23は該バーストデータを記憶する入力バッファメモリ、24は例えばDSPで構成される演算/制御部（歪補償部）であり、①入力データのレベルに応じた歪補償係数h(pi)を用いて該入力データにプリディストーション処理を施し、I信号とQ信号に変換して出力すると共に、②前記入力データと直交検波器で復調された復調データを比較し、そ



の差が零となるように演算して歪補償係数 $h(\pi)$ を更新する。25は予め送信電力増幅器等の歪特性を補償するための歪補償係数を記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段、26はプリディストーション処理を施されたI信号とQ信号を記憶する出力バッファメモリ、27は出力バッファに記憶されたI信号とQ信号をアナログのベースバンド信号に変換するDA変換器、28は直交変調器であり、入力されたI信号、Q信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算し、乗算結果を加算することにより直交変換を行って出力する。29は直交変調器出力信号と局部発振信号をミキシングしてアップコンバージョンする周波数変換器、30は周波数変換器から出力された搬送波信号を電力増幅して空中線（アンテナ）31より空中に放射する送信電力増幅器、32は送信信号の一部を取り出す方向性結合器、33は搬送波と局部発振信号をミキシングしてダウンコンバージョンする周波数変換器、34は直交検波器であり、入力信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算して直交検波を行い、送信側におけるベースバンドのI、Q信号を再現して出力するもの、35は直交検波器より入力されたI、Q信号をデジタルに変換するAD変換器、37は直交検波された復調データ（帰還データ）を記憶する帰還バッファメモリである。

【0014】予め、空中線31を除去し、該空中線と同一の入力インピーダンスを有する疑似負荷で送信電力増幅器30の出力を終端し、ランダムな送信データを演算／制御部24に入力する。演算／制御部24は該データにプリディストーション処理を施して出力すると共に、搬送波を帰還検波して得られたデータとを比較して歪補償係数を演算更新する。以後、上記プリディストーション処理及び歪補償係数の更新処理を繰返して収束した歪補償係数を記憶手段25に記憶する。実際の運用時には、演算／制御部24は該記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いて送信するデジタルデータにプリディストーション処理を施すと共に、送信した変調信号と、搬送波を復調して得られた復調信号とを用いて歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に最新の歪補償係数で記憶手段25の内容を書き替え、次の通信に際して該記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行う。

【0015】以上のように、予め送信電力増幅器の非線形歪を抑え、隣接チャネル漏洩を防止するための歪補償係数を求めて記憶手段に記憶しておき、運用時に該歪補償係数から始めて歪補償係数を更新するようにしたから歪補償係数が短時間で一定値に収束して運用時の状態に応じた正しいプリディストーション処理ができ、帯域の広がりを抑えて隣接チャネル漏洩電力を低減することができる。また、通信終了時に最新の歪補償係数を記憶手段に保存して次の通信に際して使用するようにしたか

ら運用時に歪補償係数を短時間で一定値に収束させることができる。・・・請求項1～3

【0016】また、割り当てられたタイムスロット以前に、演算／制御部24は入力データにプリディストーション処理を施して出力バッファメモリ26に記憶し、前記割り当てられたタイムスロットにおいて直交変調器27は該出力バッファに記憶されたデータに基づいて直交変調し、電力増幅器30は搬送波を増幅してアンテナ31より空中に放射し、直交検波器34は該搬送波を検波して帰還バッファメモリ37に格納し、演算／制御部24は割り当てられたタイムスロット及びアイドルタイムスロットにまたがって、送信データと復調データを用いて歪補償係数の演算更新処理を行う。このようにしたから、確実に1TDMAフレーム期間において、歪補償係数の更新処理を行って次の自己割り当てタイムスロットにおいて該更新された歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行うことができる。・・・請求項4

【0017】次のTDMAフレーム期間における自己のタイムスロットが迫ったとき、演算／制御部24は歪補償係数の更新処理を打切る。このようにすれば、伝送速度が高速になって全入力データについてアイドルタイムスロットにおいて歪補償係数の更新ができない場合でも、演算／制御部24はプリディストーション処理と歪補償係数の更新処理を交互に混乱することなく継続することができる。・・・請求項6

また、演算／制御部24は歪補償係数の更新に際して、送信データの各レベル毎に歪補償係数の更新処理を実行すると共に、TDMAフレーム期間において既に更新済みのレベルの送信データについては、該TDMA期間において歪補償係数の演算、更新を省略する。このようにすることにより、歪補償係数の演算、更新回数を少なくすることができ、伝送速度が高速になってアイドルタイムスロットの期間が短くなっても十分に歪補償係数の更新が可能になり、高速伝送に対応することができる。・・・請求項5

【0018】TDMA部32は自己タイムスロットに前置されるプリアンブル期間に変調信号として低速データを演算／制御部24に入力し、演算／制御部24はプリアンブル期間に入力される低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算して更新し、また、バースト期間に入力される高速データを保存しておき、自己のタイムスロット及びアイドルスロットにまたがって歪補償係数を演算して更新する。このように低速データを用いてリアルタイムで歪補償係数を更新するため、1TDMAフレーム間の歪補償係数の更新回数が増えることにより歪補償係数演算を短時間で収束させることができる。・・・請求項7

【0019】反射波検出手段により無線装置の空中線で反射する反射波を検出し、演算／制御部24はデータ送信バースト期間における反射波レベルが設定値以上の

時、歪補償係数の更新処理を行わない。反射波レベルが設定値以上ということは、空中線の特性が変化し、入力インピーダンスが相当量変化していることを意味する。歪補償係数は空中線の入力インピーダンスが所定値（たとえば50Ω）の場合に有効である。従って、反射波レベルが設定値以上の時の復調データは信用できず、歪補償係数の更新処理を行わない。これにより、歪補償係数が不正確になるのを防止できる。・・・請求項8、請求項9

チャンネル周波数/送信電力、周囲温度、電源電圧、空中線特性のそれぞれに対して複数の歪補償係数を記憶手段25に記憶しておき、演算/制御部24は使用時の状態（チャンネル周波数/送信電力、周囲温度、電源電圧、電圧定在波比（Voltage Standing Wave Ratio）に応じた歪補償係数を用いて歪補償、歪補償係数更新処理を行う。このようにすることにより、歪補償係数の収束時間を短縮することができる。・・・請求項10～請求項13

【0020】TDMA部23はプリアンプル期間に低速データを、バースト期間に通信データを演算/制御部24に inputs し、演算/制御部24は低速データとその復調データとをリアルタイムに比較してその差の大小に基づいて歪補償係数の適否を判定し、差が大きく歪補償係数が適当な値でない場合には警報を出力し、あるいは、通信データ送信を禁止し、プリアンプル時の低速データのみにする。このようにすれば、送信電力増幅器等の送信部の特性変動により歪補償係数が適正值でなくなった時は通信データを中止し再び適正值に戻った時はデータ通信を再開することができる。または警報によりユーザは速やかに対処できる。・・・請求項14

演算/制御部24は歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施すと共に、送信データの一部データと該データにより変調した搬送波を復調して得られた復調データとを用いてリアルタイムに歪補償係数を算出して更新する。たとえば入力データn個（nシンボル）毎にリアルタイムに歪補償係数を算出して更新する。このようにすれば、1タイムスロットのデータ数をNシンボルとすれば、歪補償係数の更新処理をN/n回リアルタイムに行え、高速データ伝送時にもDSPでリアルタイム処理が行えバッファメモリ等が不要になりコストダウン化した装置が実現できる。・・・請求項15

【0021】直交変調された搬送波を復調し、復調データを演算/制御部24に inputs する部分32～37を付属装置として用意し、該部分を無線装置に着脱自在に接続できるようにする。このようにすれば、運用前に付属装置、疑似負荷を無線装置に接続して歪補償係数を収束させて記憶手段25に格納し、しかる後、付属装置を取り外して実運用する。なお、歪補償係数を記憶手段25に記憶する際、データ速度を低速にし、演算/制御部24で低速データと復調データを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新して、歪補償係数を収束させ、収束した歪

補償係数を記憶手段25に格納する。以上のようにすれば、使用時には記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いて正確なプリディストーション処理でき、帯域の広がりを防止して、隣接チャネル漏洩を防止でき、しかも、低価格、軽量化、サイズの小型化が可能になる。・・・請求項16、請求項17

【0022】TDMA部22はプリアンプル期間に低速データを、バースト期間に通信データを演算/制御部24に inputs し、演算/制御部24は記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いて通信データにプリディストーション処理を施すと共に、低速データと該低速データで変調した搬送波を復調して得られた復調データを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新する。このように、低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を更新するようにしたから歪補償係数の収束時間を短縮することができる。・・・請求項18

移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合、所定のタイムスロット（たとえば第1タイムスロット）において送信したデータと復調データを記憶し、演算/制御部24は前記所定のタイムスロット及び他のタイムスロットにまたがって送信データと復調データを用いて歪補償係数の演算、更新処理を行う。このようにすれば、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する無線装置も記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理および歪補償係数更新処理ができ、歪補償係数を短時間で収束させることができる。・・・請求項19

【0023】移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合、所定の空きタイムスロットに低速データを挿入し、演算/制御部24は低速データと該低速データで変調した搬送波を復調して得られたデータを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新する。このようにすれば、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する無線装置も記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理および歪補償係数更新処理ができ、しかも、リアルタイムに歪補償係数の更新処理ができ、短時間で歪補償係数を収束させることができる。・・・請求項20

【0024】直交変調器28のオフセット値を測定するオフセット測定手段、オフセット値に基づいて送信データにオフセット補償処理を施すと共にオフセット補償の収束を検出するオフセット補償手段を設け、データを送信するバースト期間の前に置かれるプリアンプル期間において、オフセット測定手段はオフセット値の測定を行うと共に、オフセット補償手段は測定により得られたオフセット値に基づいてオフセット補償処理を行い、上記オフセット値の測定とオフセット補償処理をオフセット補償が収束するまで繰返し行い、プリアンプル期間にお

いてオフセット補償が収束したとき、演算／制御部24は次の自己のタイムスロットから記憶手段25に記憶されている歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施す共に歪補償係数を演算、更新し、通信終了時に更新した歪補償係数を記憶手段25に格納する。一方、演算／制御部24はプリアンブル期間においてオフセット処理が収束しないとき、前記記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行って直交変調器28に入力するが、歪補償係数の更新は行わない。以上のようにすれば、オフセットの影響をなくしてからプリディストーション処理および歪補償係数の更新処理を行うため、正確な歪補償、歪補償係数更新処理ができる。

【0025】また、変調器のオフセットを補償するオフセット補償係数を記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段を設け、通信終了時に最新のオフセット補償係数を前記記憶手段に記憶し、通信に際してオフセット補償手段は該記憶手段に記憶されているオフセット補償係数を初期値としてプリアンブル期間におけるオフセット補償処理を開始する。このようにすれば、短時間でオフセット処理を収束させることができ、プリディストーション処理、歪補償係数の更新処理の開始時期を早めることができる。尚、直交検波器のオフセットについても同様の処理を行う。・・・

請求項22～請求項28

【0026】

【発明の実施の形態】

(A) 第1実施例

(a) 全体の構成

図2は第1実施例の無線装置の構成図である。図中、21は音声アナログ信号をデジタルデータに変換するCODEC、22は割り当てられたタイムスロット以前の所定のタイミングでバーストデータを出力するTDMA部、23は該バーストデータを記憶する入力バッファメモリ(RAM)、24はDSP等で構成される演算／制御部(歪補償部)であり、①入力データをI信号とQ信号に変換してそのレベルに応じた歪補償係数 $h(\pi)$ を用いて該入力データにプリディストーション処理を施して出力すると共に、②デジタルデータと直交検波器で復調された復調データを比較し、その差が零となるように歪補償係数 $h(\pi)$ を演算、更新する。

【0027】25aは予め送信電力増幅器等の歪特性を補償するための歪補償係数を記憶するE<sup>2</sup>PROM等の不揮発性メモリ、25bはバッテリーバックアップされたRAM、25cは各種パラメータ等を記憶するROM、26はプリディストーション処理を施されたI信号とQ信号を記憶する出力バッファメモリ(RAM)、27は出力バッファに記憶されたI信号とQ信号をアナログのベースバンド信号に変換するDA変換器、28は直交変調器であり、入力されたI信号、Q信号にそれぞれ

基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算し、乗算結果を加算することにより直交変換を行って出力するもの、29は直交変調信号と局部発振信号をミキシングしてアップコンバージョンする周波数変換器、30は周波数変換器から出力された搬送波を電力増幅して空中線(アンテナ)31より空中に放射する送信電力増幅器、32は送信信号の一部を取り出す方向性結合器、33は搬送波と局部発振信号をミキシングしてダウンコンバージョンする周波数変換器、34は直交検波器であり、入力信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算して直交検波を行い、送信側におけるベースバンドのI、Q信号を再現して出力するもの、35は直交検波器より入力されたI、Q信号をデジタルに変換するAD変換器、37は直交検波された復調データ(帰還データ)を記憶する帰還バッファメモリである。

【0028】38はマイコン、39は操作部、40はメンテナンスモード時にランダムデータを発生するランダムデータ発生部、41は空中線と同一の入力インピーダンス(=50Ω)を有する疑似負荷、42は空中線あるいは疑似負荷が適宜接続される接続端子、43は基準搬送波を発生するPLL回路である。

【0029】(b) 直交変調器、直交検波器の構成  
図3は直交変調器と直交検波器の構成図であり、28は直交変調器、34は直交検波器、43は基準搬送波を発生するPLL回路、44は基準搬送波を直交変調器および直交検波器に分岐するハイブリッド回路である。直交変調器28において、28aは基準搬送波を90°移相する移相器、28bはI信号に基準搬送波を乗算する乗算器、28cはQ信号に90°移相された基準搬送波を乗算する乗算器である。各乗算器で乗算された信号は合成されて出力される。直交検波器34において、34aは基準搬送波を90°移相する移相器、34bは入力信号に基準搬送波を乗算してI信号を出力する乗算器、34cは入力信号に90°移相された基準搬送波を乗算してQ信号を出力する乗算器である。

【0030】(c) 演算／制御部の制御

図4は演算／制御部24の機能的ブロック構成図であり、24は演算／制御部、25aはE<sup>2</sup>PROM等の不揮発性メモリ、25bはバッテリーバックアップRAMである。演算／制御部24は、歪補償係数を記憶する歪補償係数記憶部24a、送信データレベルに応じた歪補償係数 $h(\pi)$ を用いて該送信データにプリディストーション処理を施すプリディストーション部24b、送信データと直交検波器34で復調された復調データを比較し、その差が零となるように歪補償係数 $h(\pi)$ を更新して歪補償係数記憶部24aに格納する歪補償係数演算部24c、歪補償係数読み／書き部24dを備えている。不揮発性メモリ25aには、予め送信データの入力レベル0～1023に応じた歪補償係数 $h_i(\pi)$ ( $i=0\sim1023$ )が格納されている。

【0031】最初の通信に際して、歪補償係数読み／書き部24dは不揮発性メモリ25aに格納されている歪補償係数を歪補償係数記憶部24aにセットし、しかる後、プリディストーション部24bは送信データのレベルに応じた歪補償係数 $h(\pi)$ を歪補償係数記憶部24aより求め、該歪補償係数に応じて送信データにプリディストーション処理を施して、たとえば、歪補償係数を送信データに乘算し、乗算結果を出力する。歪補償係数演算部24cは送信データと直交検波器34で復調された復調データを比較し、その差が零となるように歪補償係数 $h(\pi)$ を更新して歪補償係数記憶部24aの記憶内容を書き変える。尚、歪補償係数の演算方法は周知でありその詳細な説明は省略するが、たとえば、比較適応アルゴリズムを用いて歪補償係数を演算する方法がある。以後、プリディストーション部24bは更新された歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行い、歪補償係数演算部24cは歪補償係数の更新処理を行う。そして、通信が終了すれば、歪補償係数読み／書き部24dは歪補償係数記憶部24aの記憶内容を不揮発性正メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25

のどちらか、又は両方に格納する。  
【0032】以後、次の通信に際して、読み／書き部24dは、はバッテリーバックアップRAM25bより歪補償係数を読出して歪補償係数記憶部24aにセットする。尚、無線装置が長時間使用されずに、バッテリーバックアップRAM25bの記憶内容が消失している場合には、不揮発性メモリ25aより歪補償係数を読出して歪補償係数記憶部24aにセットする。そして、通信が終了すれば、読み／書き部24dは歪補償係数記憶部24aの記憶内容を不揮発性正メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25のどちらか、又は両方に格納する。

#### 【0033】(d) 処理タイミング

図5は本発明の第1実施例の処理タイミングを示すタイムチャートであり、TDMAの1フレームは4つのタイムスロット(チャンネル)CH1~CH4により構成されており、第1タイムスロットが無線装置に割り当てられている。①TDMA部22は送信バーストデータを出力して入力バッファ23に書き込み、演算／制御部24は割り当てられた第1タイムスロット以前に、該入力バッファから送信データを順次取り込み、②I、Q信号に変換する。③該送信データのレベルに応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行い、出力バッファ26に書き込む。

【0034】④DA変換器27は割り当てられた第1タイムスロットにおいてI、Q信号を出力バッファ26から読出し、DA変換して直交変調器28に入力する。直交変調器28は入力されたI信号、Q信号にそれぞれ基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算し、乗算結果を加算することにより直交変換を行って出力する。送

信電力増幅器30は周波数変換器29で周波数変換された搬送波を電力増幅して空中線31より空中に放射する。⑤搬送波の一部は方向性結合器32により分岐されて、周波数変換器33により、周波数変換された後、直交検波器34に入力される。直交検波器34は入信号に基準搬送波とこれを90°移相した信号を乗算してI、Q信号を復調し、AD変換器35は該I、Q信号をDA変換して帰還バッファ37に格納する。以上の処理が送信バーストデータすべてに対して行われ、帰還バッファ37には全送信データの復調データが格納されることになる。

【0035】⑥演算／制御部24は、第1タイムスロット、及びアイドルタイムスロット(第2~第4チャンネル)において入力バッファ23に記憶されている送信データおよび帰還バッファ37に記憶されている復調データを1サンプルづつ読出して比較し、その差が零となるように歪補償係数演算処理を行い、算出された歪補償係数によりそれまでの歪補償係数を更新する(歪補償係数のトレーニング)。かかる歪補償係数の更新処理を全送信データ、復調データについて実行する。以後、上記動作を繰り返すことにより、歪補償係数は一定値に収束する。

【0036】また、マイコン38は、演算／制御部24が入力バッファ23より送信バーストデータを取り込んでプリディストーション処理を開始するタイミングT<sub>PST</sub>を監視しており、該時刻になると、演算／制御部24に歪補償係数の更新処理(プリディストーション)を打ち切って次の動作を開始するように指示する。これにより、演算／制御部24は歪補償係数の更新処理を終了し、次の送信バーストデータに対してプリディストーション処理を開始する。

#### 【0037】(e) 動作

(e-1) 不揮発性メモリへの歪補償係数の初期設定

予め、工場試験時に空中線31(図2)を除去し、該空中線と同一の入力インピーダンスを有する疑似負荷41を端子42に接続し、送信電力増幅器30の出力を疑似負荷41で終端する。かかる状態において、操作部39においてメンテナンスモードを選択する。メンテナンスモードになると、マイコン38はランダムデータ発生部40を起動する。これにより、ランダムデータ発生部40はランダムデータを発生してTDMA部22に入力し、TDMA部22はバースト処理して入力バッファ23に書き込む。演算／制御部24は入力バッファ23からデータを読み取り、データレベルに応じた歪補償係数 $h(\pi)$ を用いて該データにプリディストーション処理を施して出力すると共に、送信データと変調信号を帰還検波して得られたデータとを自己スロット及びアイドルタイムにおいて比較して歪補償係数 $h(\pi)$ を更新する。以後、演算／制御部24は歪補償係数 $h(\pi)$ が一定値に収束するまで上記動作を繰り返し、一定値に収束すれば、

該歪補償係数  $h(p_i)$  を  $E^2$ PROM 25 a およびまたはバッテリーバックアップRAM 25 b に書き込む。

【0038】以上の歪補償係数の設定動作を各無線装置に施すことにより、個々の無線装置の歪特性に応じた歪補償係数を求めて不揮発性メモリあるいはバッテリーバックアップRAMに初期設定することができる。尚、ランダムデータ発生部40を除去し、CODEC 21に外部よりランダムデータを入力するように構成することもできる。

#### 【0039】(e-2) 運用時の動作

図6は演算/制御部14の運用時の処理フローである。通信開始がマイコン38より指示されると、演算/制御部24は歪補償係数を  $E^2$ PROM 25 a あるいはバッテリーバックアップRAM 25 b より読み取って内部の歪補償係数記憶部24 a (図4) に書き込む(ステップ101)。マイコン38はプリディストーション処理を開始するタイミングT<sub>PST</sub>を監視しており(ステップ102)、該時刻になると、演算/制御部24に入力バッファ23からの送信データの取り込みを指示する。これにより、演算/制御部24は1サンプルづつ送信データを入力バッファから読み取り(ステップ103)、該送信データのレベルを判別し、該レベルに応じた歪補償係数を歪補償係数記憶部24 a より求める(ステップ104)。ついで、演算/制御部24はI、Q信号に変換して該歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施し、出力バッファ26に書き込む(ステップ105、106)。以後、出力バッファに書き込まれたデータは割り当てられたタイムスロットにおいて直交変調されて送信される。また、送信信号は直交検波されて帰還バッファ37に格納される。

【0040】割り当てられたタイムスロットにおいてバーストデータの送信がと並行して、演算/制御部24は、自己タイムスロット及びアイドルタイムスロットに、入力バッファ23に記憶されている送信データおよび帰還バッファ37に記憶されている復調データを1サンプルづつ読出して比較し、その差が零となる方向に歪補償係数演算処理を行い、その演算結果によりそれまでの歪補償係数を更新する。かかる歪補償係数の更新処理を自己タイムスロット及びアイドルタイムスロットにおいてサンプルについて実行する(ステップ107)。

【0041】ついで、演算/制御部24は通信が終了したかチェックし(ステップ108)、終了してなければステップ102以降の処理を繰り返す。通信が終了すれば、演算/制御部24は歪補償係数記憶部24 a の記憶内容を不揮発性正メモリ25 a とバッテリーバックアップRAM 25 b のそれぞれに格納する(ステップ109)。以後、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM 25 b より歪補償係数を読み出して歪補償係数記憶部24 a にセットし、上記動作を実行する。以上のように、予め工場試験時に疑似負荷を接続して歪補償の

演算を行い、その結果である歪補償係数  $h(p_i)$  を不揮発性メモリに記憶し、送信時においてこの  $h(p_i)$  から歪補償のトレーニングを開始するようにしたから、装置毎の送信特性に対応した歪補正係数で最初の送信を開始することができ、帯域の広がった電波を放射することを防ぐことができ、且つ、最適歪補償係数に収束するまでの時間を短縮することができる。

#### 【0042】(f) 変形例

##### (f-1) 第1変形例

10 以上では、1つの割り当てられたタイムスロットにおいて無線装置がバーストデータを送信できる場合であるが、移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合にも本発明を適用できる。すなわち、①図7に示すように所定のタイムスロット(たとえば第1タイムスロットCH1)において、送信データにプリディストーション処理を施して送信し、該送信したデータと復調データを記憶し、②第1タイムスロット及び他のタイムスロットにおいて送信データにプリディストーション処理を施して出力すると共に、第1タイムスロットの送信データと復調データを用いて歪補償係数の演算、更新処理を行うように構成する。

【0043】図8はかかる場合の演算/制御部24の処理フローである。通信開始が指示されると、演算/制御部24は歪補償係数を  $E^2$ PROM 25 a あるいはバッテリーバックアップRAM 25 b より読み取って内部の歪補償係数記憶部24 a に書き込む(ステップ151)。ついで、演算/制御部24は送付データをI、Q信号に変換し、次に各タイムスロット(チャンネル)以前に、送信データのレベルを判別し、該レベルに応じた歪補償係数を歪補償係数記憶部24 a より求め、該歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施し、出力する。(ステップ152)。演算/制御部24はタイムスロットが第1タイムスロット(第1チャンネル)であるか判断し(ステップ153)、第1タイムスロットの場合には、送信データおよび復調データをメモリに収集する(ステップ154)。第1タイムスロットでない場合には、該スロット以前にそのスロットに送出すべきデータを前記歪補償係数でプリディストーション処理して出力バッファメモリに送出した後に保存してある送信データおよび復調データを用いて歪補償係数の演算および更新処理を行う(ステップ155)。演算/制御部24は通信が終了したかチェックし(ステップ156)、終了してなければステップ152以降の処理を繰り返す。通信が終了すれば、演算/制御部24は歪補償係数記憶部24 a の記憶内容を不揮発性メモリ25 a とバッテリーバックアップRAM 25 b のそれぞれに格納する(ステップ157)。以後、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM 25 b より歪補償係数を読み出して歪補償係数記憶部24 a にセットし、上記

動作を実行する。

【0044】以上のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する無線装置であっても装置の送信特性に対応した歪補償係数を用いて最初の送信を開始することができ、帯域の広がった電波を発射することを防ぐことができ、且つ、最適歪補償係数に収束するまでの時間を短縮することができる。

#### 【0045】(f-2) 第2変形例

以上において、演算/制御部24は歪補償係数の更新処理においてすべての送信データについて歪補償係数を演算し、得られた歪補償係数で古い歪補償係数を更新した場合である。しかし、レベルが同一の送信データについては同じ歪補償係数が算出されるため、無駄な更新処理を行っている。そこで、演算/制御部24は歪補償係数の更新に際して、送信データの各レベル毎に歪補償係数の更新処理を実行すると共に、TDMAフレーム期間において既に更新済みのレベルの送信データについては、該TDMA期間において歪補償係数演算を省略する。このようにすることにより、歪補償係数の演算、更新回数を少なくすることができ、伝送速度が高速になった場合

やアイドルタイムスロットの期間が短くなっても十分に歪補償係数の更新が可能になり、高速伝送に対応することができる。

【0046】図9はかかる場合の歪補償係数記憶部24aの記憶内容説明図であり、歪補償係数が更新されたか否かを示すフラグが新たに設けられている。図10はレベルが同一の場合において歪補償係数の更新処理を省略する場合の歪補償係数更新処理のフローである。尚、初期時、歪補償係数記憶部24aのフラグはすべて“0”にクリアされている。演算/制御部24は歪補償係数の更新処理タイミング（自己スロット及びアイドルタイムスロット）になったかチェックし（ステップ107a）、更新処理タイミングになれば、入力バッファ23および帰還バッファ37から第i番目（iの初期値は1）の送信データと復調データを読み取る（ステップ107b）。ついで、第i番目の送信データのレベルを判断し、該レベルに応じたフラグが“1”であるか、換言すれば、該レベルの歪補償係数が更新済みであるかをチェックする（ステップ107c）。フラグが“0”の場合には、送信データと復調データを用いて歪補償係数h(pi)を演算し、該歪補償係数h(pi)で前記レベルの古い歪補償係数を更新する（ステップ107d）。ついで、該レベルに応じたフラグを“1”にセットし（ステップ107e）、すべての送信データについて処理が完了したかチェックする（ステップ107f）。全ての送信データについて処理が完了してなければ、iを歩進し（ステップ107g）、ステップ107b以降の処理を繰り返す。

【0047】一方、ステップ107cにおいて、フラグが“1”の場合には、すでに歪補償係数を更新済みであ

るため、歪補償係数の算出、更新処理を行うことなく、ステップ107fの判断をする。1タイムスロットの全送信データについて処理が終了すれば、歪補償係数記憶部24aのフラグをすべて“0”にクリアし（ステップ107h）、次の歪補償係数の更新処理時刻になるのを待つ。

#### 【0048】(B) 第2実施例

第1実施例では、割り当てられたタイムスロットにおいて送信データをプリディストーション処理して送信すると共に、送信データと復調データを記憶しておき、自己スロット及びアイドルタイムスロットにおいてこれらデータを用いて歪補償係数更新処理を行う。しかし、かかる方法では、1TDMAフレーム期間において1レベルにつき1回歪補償係数が更新されるだけである。すなわち、n回同じレベルが出現しても該レベルについて1回歪補償係数が更新されるだけである。このため、歪補償係数の収束に時間がかかる。

【0049】そこで、第2実施例では、図11に示すようにタイムスロットがデータを送信するバースト期間Tbと該バースト期間の前に置かれるプリアンブル期間Tpを有する場合、プリアンブル期間Tpに低速データを演算/制御部24に入力し、演算/制御部24は該低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算して更新し、次にバースト期間に送るべきデータをその更新された歪補償係数を用いてプリディストーション処理して出力バッファに貯めて、バースト期間にそのデータを送出する。この時、バースト期間に送出される高速データの帰還したデータを保存しておき、自己のタイムスロット及びアイドルスロットにおいて歪補償係数を演算して更新する。このように低速データを用いてリアルタイムで歪補償係数を更新するため、1スロットでの更新が複数回になるので歪補償係数を短時間で収束させることができる。

【0050】図12は第2実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図12において、第1実施例と異なる点は、①プリアンブル期間Tpにおいて低速データ（たとえば8k bpsの低速データ）を発生するデータ発生部が51が設けられている点、②第1実施例のランダムデータ発生部40、疑似負荷41の図示が省略されている点である。

【0051】通信開始がマイコン38より指示されると、演算/制御部24は歪補償係数をE<sup>2</sup>PROM25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bより読み取って内部の歪補償係数記憶部へ書き込む。TDMA部22は自分に割り当てられているプリアンブル期間Tpに、データ発生部51から入力される低速データを入力バッファ23に書き込む。演算/制御部24は低速データが入力バッファ23に書き込まれる毎に、該低速データを読み取り、該データのレベルに応じた歪補償係数を歪補償係数記憶部より求める。ついで、演算/制御部



24は該歪補償係数を用いて送信データをI、Qに変換したデータにプリディストーション処理を施し、出力バッファ26に書き込む。以後、出力バッファに書き込まれたデータはすぐに直交変調されて送信される。また、送信信号は直交検波されて帰還バッファ37に格納される。演算/制御部24は、入力バッファ23に記憶されている低速データおよび帰還バッファ37に記憶されている復調データを読み出して比較し、その差が零となるように歪補償係数演算処理を行い、算出された歪補償係数によりそれまでの古い歪補償係数を更新する。かかる歪補償係数の更新処理を全低速データについてリアルタイムに実行する。

【0052】バースト期間が近づくとこの時入力バッファメモリ及び出力バッファメモリは1サンプルごとに書き込み、読み出しをしているが、バッファメモリをバイパスする手段をもうけても良い。TDMA部22はバーストデータを入力バッファ23に書き込み、演算/制御部24は該高速のバーストデータについて1サンプルずつプリディストーション処理を施して出力バッファ26に書き込む。以後、出力バッファに書き込まれたデータはバースト期間に直交変調されて送信され、送信信号は直交検波されて帰還バッファ37に順次格納される。次に、演算/制御部24は入力バッファ23に記憶されているバースト期間の送信データおよび帰還バッファ37に記憶されている復調データを1サンプルずつ読み出して比較し、その差が零となる方向に歪補償係数演算処理を行い、算出された歪補償係数によりそれまでの歪補償係数を更新する。かかる歪補償係数の更新処理を全バーストデータについて実行する

【0053】以後、上記動作を繰り返し、通信が終了すれば、演算/制御部24は歪補償係数記憶部の記憶内容を不揮発性メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25bのそれぞれに格納し、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM25bより歪補償係数を読み出して内部の歪補償係数記憶部24aにセットし、上記動作を実行する。

#### 【0054】(C) 第3実施例

##### (a) 構成

図13は第3実施例の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図13において、第1実施例と異なる点は、①空中線で反射する反射波を検出し、反射波レベルが設定値以上かどうかを判定する反射波判定部52を設けた点、②反射波レベルが設定値以上の時、演算/制御部24は歪補償係数の更新処理を行わない点である。

##### 【0055】(b) 動作

反射波レベルが設定値以上ということは、空中線の特徴が変化し、入力インピーダンスが相当量変化していることを意味する。歪補償係数は空中線の入力インピーダンスが所定値(たとえば50Ω)の場合に有効である。従

って、反射波レベルが設定値以上の時の復調データは信用できず、歪補償係数の更新処理を行なえば、歪補償係数は最適値から離脱する。このため、第3実施例において、演算/制御部24は反射波レベルが設定値以上の時、歪補償係数の更新処理を行わないようにし、歪補償係数が最適値から離脱するのを防止する。尚、第3実施例において、不揮発性メモリ25aへの歪補償係数の初期設定動作、運用時における歪補償処理、歪補償係数更新処理は第1実施例とまったく同様に行われる。運用時、反射波判定部52は、方向結合器32を介して空中線31で反射する反射波を検出し、反射波レベルが設定値以上かどうかを判定する。反射波レベルが設定値以上になると反射波判定部52はその旨を演算/制御部24に通知する。これにより、演算/制御部24は反射波レベルが設定値以下になるまで、歪補償係数の更新処理を停止する。

##### 【0056】(c) 変形例

図14は第3実施例の変形例の構成図であり、図13と異なる点は、①反射波レベルが設定値以上の時の復調データに検知情報を付加して帰還バッファ37に書き込む復調データ書き込み部53を設けた点、②演算/制御部24は検知情報が付加された復調データについて歪補償係数の算出、更新を行わない点である。運用時、反射波判定部52は、空中線31で反射する反射波を検出し、反射波レベルが設定値以上かどうかを判定する。反射波レベルが設定値以上になると反射波判定部52はその旨を復調データ書き込み部53に通知する。これにより、復調データ書き込み部53は、以後、反射波レベルが設定値以下になるまで復調データに検知情報を付加してバッファメモリ37に書き込む。演算/制御部24は歪補償係数の更新に際して、復調データに検知情報が付加されているかチェックし、付加されていない場合には歪補償係数の更新を行い、付加されている場合には、歪補償係数の更新を行わない。尚、復調データに検知情報を付加せず、反射波レベルが設定値以上の時の復調データの書き込みアドレスを演算/制御部24に明示し、演算/制御部は該アドレスの復調データについて歪補償係数の更新処理を行わないように構成することもできる。

##### 【0057】(D) 第4実施例

図15は第4実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図15において、図2の第1実施例と異なる点は、①入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを除去した点、②低速データを発生するデータ発生部51を設け、プリアンブル期間にTDMA部22は低速データを演算/制御部24に入力している点、③演算/制御部24が歪補償係数の更新処理を行わない点、④歪補償係数が適当な値でない旨を警報する警報部54を設けた点、⑤演算/制御部24がプリアンブル期間において低速データと復調データとをリアルタイムに比較してその差の大小に基づ

いて歪補償係数の適否を判定し、差が大きく歪補償係数が適当な値でない場合には警報を出力し、あるいは、データ送信を禁止する点である。

【0058】第1実施例では、割り当てられたタイムスロットにおいて送信データにプリディストーション処理を施し、歪補償処理を施されたデータの送信、復調データの保存を行い、自己スロットアイドルタイムスロットにおいて歪補償係数の更新処理を行う。しかし、第1実施例は、入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを必要とし、コスト高となる。不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PR  
OM)25aには、工場出荷前に無線装置の歪特性を補償できるように歪補償係数を設定するため、この歪補償係数は無線装置の歪特性が変化しなければ更新する必要はない。そこで、第3実施例では、各バッファを除去し、歪補償係数の更新処理を行わないようにする。しかし、歪特性が変化して歪補償係数が不適切な値になれば、帯域が広がって隣接妨害を生じる。このため、TDMA部22はプリアンブル期間に低速データを演算/制御部24に入力し、演算/制御部24は該低速データにプリディストーション処理を施して出力し、該低速データと復調データとをリアルタイムに比較して歪補償演算を行い、その結果の歪補償係数を用いてバーストのデータもプリディストーション処理して運用する。この時、プリアンブル期間のみの演算であるために演算が間に合  
わず歪補償係数演算が大きすぎた場合は警報を出力し、あるいは、データ送信を禁止する。以上のようにすれば、バッファを除去でき安価な無線装置を提供でき、しかも、送信電力増幅器等の送信部の特性変動により歪補償係数が適正値でなくなったことを速やかにユーザは認識して対処することができる。

【0059】図16は演算/制御部24の処理フローである。TDMA部22より送信データを受信すると(ステップ201)、演算/制御部24はE<sup>2</sup>PROMに記憶されている歪補償係数を用いて送信データをI、Q信号に変換した後プリディストーション処理を行い(ステップ202)、出力する(ステップ203)。プリディストーション処理されたI、Q信号はDA変換器27を介して直交変調器28に入力され、直交変換される。直交変換された搬送波は周波数変換され、送信電力増幅器30で増幅されて空中線より放射される。搬送波の一部は周波数変換器33で周波数変換されて直交検波器34に入力され、I、Q信号に復調されてAD変換器35を介して演算/制御部24に入力される。

【0060】演算/制御部24はプリアンブル期間であるかバースト期間であるか判断し(ステップ204)、プリアンブル期間でなければ、ステップ201以降の処理を繰り返す。しかし、プリアンブル期間であれば、低速データと復調データとをリアルタイムに比較して歪補償演算を行い歪補償係数の更新を行う。(ステップ205)。差が大きく歪補償係数がプリアンブル時のみで間

に合わない場合には警報信号をマイコン38に入力して警報を発生し、あるいはデータの送信を停止する(ステップ206、207)。差が小さく、歪補償係数が適正値であれば、ステップ201以降の処理を繰り返す。尚、第4実施例において、不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aに歪補償係数を初期設定する際は、低速データを演算/制御部24に入力してリアルタイムに歪補償係数の更新処理を行い、収束した後、不揮発性メモリに書き込む。

#### 10 【0061】(E)第5実施例

図17は第5実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図17において、図2の第1実施例と異なる点は、①入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを除去した点、②演算/制御部24が送信データの一部データと該データにより変調した変調信号を復調して得られた復調データとを用いてリアルタイムに歪補償係数を算出して更新する点である。

【0062】第1実施例では、割り当てられたタイムスロットにおいて送信データにプリディストーション処理を施し、プリディストーション処理を施されたデータの送信、復調データの保存を行い、自己スロット及びアイドルタイムスロットにまたがり歪補償係数の更新処理を行う。このようにアイドルタイムスロットにおいて歪補償係数の更新処理を行うのは高速伝送のためリアルタイムに歪補償係数の更新ができないためである。しかし、第1実施例は、入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを必要とし、コスト高となる。そこで、第5実施例では、送信データの一部について、たとえば、入力データn個(nサンプル)に1回リアルタイムに歪補償係数を算出して更新する。このようにすれば、高速伝送であってもn回毎にリアルタイムに歪補償係数を更新でき、しかも、入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを省略することができる。

【0063】図18は第5実施例における演算/制御部24の処理フローである。通信開始が指示されると、演算/制御部24は歪補償係数をE<sup>2</sup>PROM25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bより読み取って内部の歪補償係数記憶部に書き込む(ステップ251)。ついで、演算/制御部24はTDMA部22より送信データを受信するとI、Q信号に変換して(ステップ252)、歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施し、出力する(ステップ253)。プリディストーション処理されたI、Q信号はDA変換器27を介して直交変調器28に入力され、直交変換される。直交変換された搬送波は周波数変換され、送信電力増幅器30で増幅されて空中線31より放射される。搬送波の一部は周波数変換器33で周波数変換されて直交検波器34に入力され、直交検波器34によりI、Q信号に復調されてAD変換器35を介して演算/



制御部24に入力される。

【0064】演算/制御部24はnサンプルに1回リアルタイムに歪補償係数の更新を行うようになっており、今回の送信データについて歪補償係数の更新処理を行う必要があるか判断する(ステップ254)。歪補償係数の更新処理を行う必要があれば、送信データと復調データを用いて歪補償係数の更新処理を行う(ステップ255)。しかる後、あるいは、ステップ254において歪補償係数の更新処理を行う必要がなければ、演算/制御部24は通信が終了したかチェックし(ステップ256)、終了してなければステップ252以降の処理を繰り返す。通信が終了すれば、演算/制御部24は内部の歪補償係数記憶部の記憶内容を不揮発性メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25bのそれぞれに格納する(ステップ257)。以後、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM25bより歪補償係数を読出して内部の歪補償係数記憶部にセットし、上記動作を実行する。以上のようにすれば、入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを除去できると共に、1タイムスロットのデータ数をNサンプルとすれば、歪補償係数の更新処理をN/n回リアルタイムに行うことができる。

#### 【0065】(F) 第6実施例

図19は第6実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図19において、図2の第1実施例と異なる点は、①直交変調信号を復調し、復調データを演算/制御部24に入力する部分を付属装置として用意し、該部分を無線装置に着脱自在に接続できるようにした点、②運用時に歪補償係数の更新を行わないようにした点である。第1実施例では、割り当てられたタイムスロットにおいて送信データにプリディストーション処理を施すとともに、帰還した復調データの保存を行い、アイドルタイムスロットにまたがって歪補償係数の演算、更新処理を行う。しかし、第1実施例は、復調データを演算/制御部24に入力する部分(周波数変換器33、直交検波器34、AD変換器36、帰還バッファ37)が必要になり、コスト高となると共に無線装置のサイズが大きくなる。不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aには、工場出荷前に無線装置の歪特性を補償できるように歪補償係数を初期設定するため、この歪補償係数は無線装置の歪特性が変化しなければ更新する必要はない。

【0066】そこで、第6実施例では、直交変調信号を復調し、復調データを演算/制御部24に入力する部分(周波数変換器33、直交検波器34、AD変換器35、帰還バッファ37)を付属装置60として用意し、コネクタ61a~62bにより該付属装置を無線装置に着脱自在に接続できるようにする。そして、工場出荷前に付属装置60、疑似負荷41を無線装置に接続して歪補償係数を収束させて不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)

25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに初期設定し、しかる後、付属装置60、疑似付加41を取り外して出荷する。

【0067】運用に際して、演算/制御部24は不揮発性メモリ25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに設定されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行い、歪補償係数の更新処理を行わない。無線装置の特性変化により、歪補償係数が適正値でなくなった場合には、ユーザは無線装置をメーカーあるいはディーラに持ち運び、付属装置60、疑似付加41を接続して歪補償係数の更新処理を行わせ、適正値に収束させてから不揮発性メモリ25aに再設定する。以上のようにすれば、使用時には不揮発性メモリ25aに設定されている歪補償係数を用いて正確なプリディストーション処理ができ、帯域の拡がり防止して、隣接チャネル漏洩を防止でき、しかも、低価格、軽量化、サイズの小形化が可能になる。

【0068】図20は第6実施例の変形例であり、第4、第5実施例のように入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを有しない無線装置に適用できるものであり、付属装置60は、周波数変換器33、直交検波器34、AD変換器35で構成されている。この変形例において、歪補償係数を不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aに初期設定するには以下のようにする。すなわち、付属装置60、疑似付加41を無線装置に接続し、データ発生部51より低速度のデータを発生し、演算/制御部24で低速データと復調データを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新して適正値に収束させ、収束した歪補償係数を不揮発性メモリに初期設定する。

#### 【0069】(G) 第7実施例

図21は第7実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図21において、図2の第1実施例と異なる点は、①入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを除去した点、②低速データを発生するデータ発生部51を設け、プリアンブル期間にTDMA部22は低速データを演算/制御部24に入力している点、③演算/制御部24はプリアンブル期間においてのみ低速データと復調データとを用いてリアルタイムに歪補償係数の更新処理を行う点である。第1実施例では、割り当てられたタイムスロットにおいて送信データにプリディストーション処理を施し、データの送信、復調データの保存を行い、アイドルタイムスロットにまたがって歪補償係数の更新処理を行う。しかし、かかる方法では、1TDMAフレーム期間にまたがって1レベルにつき1回歪補償係数が更新されるだけである。すなわち、n回同じレベルが出現しても該レベルについて1回歪補償係数が更新されるだけである。しかも、第1実施例は、入力バッファ、出力バッファ、帰還バッファを必要とし、コスト高となる。

【0070】そこで、第7実施例では、各入力バッファ

を除去すると共に、図22に示すように自分に割り当てられたタイムスロットのプリアンプル期間Tpに低速データを演算/制御部24に入力し、演算/制御部24はプリアンプル帰還Tpにおいてのみ、該低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算して更新し、バースト期間Tbにおいてプリディストーション処理を行い、アイドルタイムスロットにおいては何もしない。

【0071】図23は第7実施例の演算/制御部24の処理フローである。TDMA部22より送信データを受信すると(ステップ301)、演算/制御部24はE<sup>2</sup>PROM25aに記憶されている歪補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を行い(ステップ302)、出力する(ステップ303)。プリディストーション処理されたI、Q信号はDA変換器27を介して直交変調器28に入力され、直交変換される。直交変換された搬送波は周波数変換され、送信電力増幅器30で増幅されて空中線31より放射される。搬送波の一部は周波数変換器33で周波数変換されて直交検波器34に入力され、I、Q信号に復調されてAD変換器35を介して演算/制御部24に入力される。

【0072】演算/制御部24はプリアンプル期間であるかバースト期間であるか判断し(ステップ304)、プリアンプル期間であれば、低速データと復調データとを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算、算出して更新する(ステップ305)。しかる後、あるいは、ステップ304においてプリアンプル期間でなければ、演算/制御部24は通信が終了したかチェックし(ステップ306)、終了してなければステップ301以降の処理を繰り返す。通信が終了すれば、演算/制御部24は更新された歪補償係数を不揮発性メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25bのそれぞれに格納する(ステップ307)。以後、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM25bより歪補償係数を読み出して内部の歪補償係数記憶部にセットし、上記動作を実行する。尚、第7実施例において、不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aに歪補償係数を初期設定する際は、低速データを演算/制御部24に入力してリアルタイムに歪補償係数の更新処理を行い、収束した後、不揮発性メモリに書き込む。

【0073】以上は1つの割り当てられたタイムスロットにおいて無線装置がバーストデータを送信する場合であるが、移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合にも図21の構成を適用できる。すなわち、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合、所定の空きタイムスロットにおいて低速データを演算制御部24に入力し、演算/制御部24は該低速データと復調データを用いてリアルタイムに歪補償係数を更新し、空きタイムスロット以外では高速データにプリディストーション処理を施して送信する。尚、TDMA部22から演算/制御

部24に低速データの挿入チャンネルか否かの識別信号が入力される。

【0074】図24は複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合における演算/制御部24の処理フローである。通信開始が指示されると、演算/制御部24は歪補償係数をE<sup>2</sup>PROM25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bより読み取って内部の歪補償係数記憶部に書き込む(ステップ351)。ついで、演算/制御部24はTDMA部22よりデータを受信すると、歪補償係数を用いて該データにプリディストーション処理を施し、出力する(ステップ352)。プリディストーション処理されたI、Q信号はDA変換器27を介して直交変調器28に入力され、直交変換される。直交変換された搬送波は周波数変換され、送信電力増幅器30で増幅されて空中線31より放射される。搬送波の一部は周波数変換器33で周波数変換されて直交検波器34に入力され、I、Q信号に復調されてAD変換器35を介して演算/制御部24に入力される。

【0075】演算/制御部24は現チャンネル(タイムスロット)が低速データ挿入チャンネルかどうか判断し(ステップ353)、低速データ挿入チャンネルの場合には、低速データと復調データを用いて歪補償係数の算出およびその更新処理を行う(ステップ354)。しかる後、あるいは、ステップ353において現チャンネルが低速データ挿入チャンネルでない場合には、演算/制御部24は通信が終了したかチェックし(ステップ355)、終了してなければステップ352以降の処理を繰り返す。通信が終了すれば、演算/制御部24は更新された歪補償係数を不揮発性メモリ25aとバッテリーバックアップRAM25bのそれぞれに格納する(ステップ356)。以後、次の通信に際して、バッテリーバックアップRAM25bより歪補償係数を読み出して上記動作を実行する。以上のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する無線装置であっても装置の送信特性に対応した歪補正係数を用いて送信を開始することができ、帯域の広がった電波を発射することを防ぐことができ、且つ、最適歪補償係数に収束するまでの時間を短縮することができる。

【0076】(H) 第8実施例

図25は第8実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図25において、図2の第1実施例と異なる点は、①周囲温度を検出する温度センサー65、電源電圧を監視する電圧監視部66、チャンネル周波数/送信電力を管理する管理部67を設けた点、②周囲温度、電源電圧、チャンネル周波数/送信電力のそれぞれに対して複数の歪補償係数を不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに記憶しておき、演算/制御部24は使用時の状態(チャンネル周波数/送信電力、周囲温度、電源電圧)に応じた歪補償係数を用いて

プリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行うようにした点である。

【0077】周囲温度、電源電圧、チャンネル周波数／送信電力により送信部の歪特性は変化するため、周囲温度、電源電圧、チャンネル周波数／送信電力のそれぞれに対して複数の歪補償係数を不揮発性メモリに記憶させておき、通信時における周囲温度、電源電圧、チャンネル周波数／送信電力に応じた歪補償係数を使用すれば、短時間で歪補償係数が収束して良好な通信が可能にある。そこで、第8実施例では、チャンネル周波数／送信電力、周囲温度、電源電圧のそれぞれに対して複数の歪補償係数を不揮発性メモリ25aに初期設定しておき、演算／制御部24は使用時の状態（チャンネル周波数／送信電力、周囲温度、電源電圧）に応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行い、通信終了時に、更新された歪補償係数で不揮発性メモリにおける古い歪補償係数を書き替える。尚、周囲温度のみ、電源電圧のみ、チャンネル周波数／送信電力のみ、あるいはこれらの任意の組み合わせに応じた歪補償係数を不揮発性メモリに記憶し、これらを用いてプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行うようにもできる。

【0078】図26(a)は、各種チャンネル周波数／送信電力に対応させて歪補償係数Hijを不揮発性メモリ25aに設定した例であり、Hijは各レベルの歪補償係数h(pi)（図4参照）で構成されている。図26(b)は、各種温度に対応させて歪補償係数Hiを不揮発性メモリ25aに設定した例であり、Hiは各レベルの歪補償係数h(pi)で構成されている。図26(c)は、各種電源電圧に対応させて歪補償係数Hi'を不揮発性メモリ25aに設定した例であり、Hi'は各レベルの歪補償係数h(pi)で構成されている。

#### 【0079】(I) 第9実施例

図27は第9実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図27において、図2の第1実施例と異なる点は、①進行波と反射波を検出する方向結合器71と、進行波と反射波を検波する検波回路72、73と、分圧器74と、空中線の電圧定在波比VSWR（Voltage Standing Wave Ratio）が設定値以下であるか以上であるかを判定する判定回路75を設けた点、②予め電圧定在波比に対応させて複数の歪補償係数を不揮発性メモリ（E<sup>2</sup>PROM）25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに記憶しておき、演算／制御部24は使用時の電圧定在波比VSWRに応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行うようにした点である。

【0080】方向結合器71は送信電力増幅器30と空中線31の間に設けられ空中線への進行波と反射波を検出する。各検波回路72、73はダイオードとコンデン

サで構成され、進行波と反射波を検波する。分圧器74は入力電圧を1/2に分圧する。判定回路75はオペアンプで構成されており、検波された進行波電圧Esと反射波電圧Erを入力され、空中線31の電圧定在波比VSWRが設定値（例えば3）以下であるか以上であるかを判定する。電圧定在波比VSWRは次式

$$VSWR = (1 + |\Gamma|) / (1 - |\Gamma|)$$

ただし、 $\Gamma$ は反射係数であり、 $\Gamma$ =反射波電圧Er／進行波電圧Esにより得られる。従って、 $Er = Es / 2$ のとき、電圧定在波比VSWRは

$$VSWR = (1 + 0.5) / (1 - 0.5) = 3$$

となる。進行波電圧Esは分圧器74で1/2になるから、判定回路75のオペアンプはVSWR=3を境にハイレベル、ローレベルとなり電圧定在波比VSWRが設定値（=3）以下であるか以上であるかを判定できる。尚、各検波回路72、73の出力をAD変換し、上式の演算を実行してきめ細かくVSWRを求めることができる。

【0081】予め、図28に示すように、VSWRが3以上の場合と、3以下の場合における歪補償係数を不揮発性メモリ（E<sup>2</sup>PROM）25aに設定する。各種VSWRに応じた歪補償係数は、空中線に代えて接続する疑似負荷のインピーダンスを変化させることにより得られる。演算／制御部24は使用時のVSWRに応じた歪補償係数を用いてプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行い、通信終了時に、更新された歪補償係数で不揮発性メモリ25aに記憶されている古い歪補償係数を書き替える。以上のようにすれば、空中線の特性状態に応じた最適な歪補償係数を用いてプリディストーション処理ができ、しかも、歪補償係数の収束時間を短縮することができる。

#### 【0082】(J) 第10実施例

以上は直交変調器、直交検波器のオフセットを考慮しなかった場合であるが、オフセットが存在する場合には、図40で説明したように正確なプリディストーション処理および歪補償係数の演算、更新ができなくなる。そこで、直交変調器、直交検波器にオフセットが存在する場合には該オフセットを補償してからプリディストーション処理、歪補償係数更新処理を行う必要がある。無変調時には直交変調出力は出ないはずである。しかし直交変調器にオフセットがあると図29に示すようにそのオフセット量に比例したキャリアが洩れる。そこで、第10実施例では、この洩れキャリアを検出してその値が最小になるよう直交変調器のI、Q入力レベルを微調して送信側オフセットの調整を行う。即ち、本来の歪補償動作に入る前にこの送信オフセットを解消するわけである。

【0083】図30は本発明の第10実施例の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。図30において、図2の第1実施例と異なる点は、①直交変調器28からの漏れキャリアを検出して送

信オフセットを検出する送信オフセット検出部81が設けられている点、②TDMA部22は割り当てられたタイムスロットのプリアンブル期間に信号を出力せず、無変調状態にする点、③演算/制御部24はプリディストーション処理、歪補償係数更新処理に加えてオフセット補償処理を行う点である。送信オフセット検出部81において、81aはオフセットによる漏れキャリアを抽出するハイブリッド、81bはバンドパスフィルタ、81cはアンプ、81dは検波器、81eはAD変換器である。

【0084】TDMA部22は割り当てられたタイムスロットのプリアンブル期間に信号を出力せず、無変調状態にする。かかるプリアンブル期間（無変調時）に、直交変調器28から漏れる漏れキャリアをハイブリッド81aで抽出し、バンドパスフィルタ81bで帯域制限した後、アンプ81cで増幅して検波器81dに入力する。検波器81dは漏れキャリアを検波して直流信号に変換し、AD変換器81eは該直流信号をデジタルのオフセットデータに変換して演算/制御部24に入力する。演算/制御部24はプリアンブル期間（無変調時）において入力されたオフセットデータに基づいて、I、Q信号の出力レベルを微調整する。以後、上記処理を繰り返せば、オフセットデータは次第に零に近づいてゆき、最終的にI、Q信号の出力レベル調整値（オフセット補償係数）が最適値に収束する。

【0085】プリアンブル期間においてオフセット補償係数が収束すれば（オフセットデータが零になれば）、演算/制御部24は次の自己のタイムスロットから送信データにプリディストーション処理を施す共にI、Q信号に分離し、アイドルタイムスロットにまたがって歪補償係数を更新する。そして、通信終了時に更新した最新の歪補償係数、最新のオフセット補償係数を不揮発性メモリ（E<sup>2</sup>PROM）25aおよびバッテリーバックアップRAM25bに格納する。そして、次の通信時において、不揮発性メモリ（E<sup>2</sup>PROM）25aおよびバッテリーバックアップRAM25bに格納されているオフセット補償係数を用いてオフセット補償処理を開始する。

【0086】プリアンブル期間においてオフセット補償係数が収束しなければ、今回のタイムスロットにおけるプリディストーション処理を断念し、不揮発性メモリ25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行って直交変調器に入力すると共に、歪補償係数の更新は行わない。以上のように、オフセット補償処理によりオフセットを除去してからプリディストーション処理、歪補償係数の更新処理を行うようにしたから、正しいプリディストーション処理ができ、速やかに良好な通信が可能になる。また、不揮発性メモリあるいはバッテリーバックアップRAMに最新のオフセット補償係数

値を保存し、次の通信において該オフセット補償値を用いてオフセット処理を開始するようにしたから短時間でオフセット補償係数を収束させてプリディストーション処理、歪補償係数の更新処理を開始することができる。

#### 【0087】（K）第11実施例

##### （a）構成

第10実施例は直交変調器のオフセット（送信オフセット）を補償した場合であるが、同様に直交検波器のオフセット（受信オフセット）を測定し、該受信オフセットが零となるようにオフセット補償をしたり、同時に両方のオフセットが零となるようにオフセット補償処理することができる。図31は送信オフセット、受信オフセットを補償する第11実施例の無線装置の構成図であり、図2の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。第11実施例において、図2の第1実施例と異なる点は、①直交変調器28に入力する基準搬送波の位相をシフトする移相器91を設けた点、②移相器の位相シフト量を演算/制御部24からの指示でDA変換器92を介して変更するようにした点、③演算/制御部24はプリディストーション処理、歪補償係数更新処理に加えてオフセット補償処理を行う点、④演算/制御部24は割り当てられたタイムスロットのプリアンブル期間において送信オフセット、受信オフセットを測定し、それぞれのオフセット補償処理を行う点である。

【0088】図32には図31の点線部の詳細図であり、28は直交変調器、34は直交検波器、43はPLL構成の基準搬送波発生器、44は基準搬送波を直交変調器および直交検波器に分岐するハイブリッド回路、91移相器、92はDA変換器である。移相器91は演算/制御部24からの指示にしたがって、直交変調器28に入力する基準搬送波の位相をシフトする。直交変調器28において、28aは移相器91から出力される基準搬送波を90°移相する移相器、28bはI信号に移相器91の出力信号を乗算する乗算器、28cはQ信号に90°移相された移相器91の出力信号を乗算する乗算器である。各乗算器で乗算された信号は合成されて出力される。直交検波器34において、34aは基準搬送波を90°移相する移相器、34bは入力信号に基準搬送波を乗算してI信号を出力する乗算器、34cは入力信号に90°移相された基準搬送波を乗算してQ信号を出力する乗算器である。

##### 【0089】（b）送信オフセット、受信オフセット検出原理

歪補償系に於いて直交変調器28の入力が無変調である場合、直交検波器34で検波したベースバンド信号を複素平面上に表すと図33に示ようになる。すなわち、直交変調器28のオフセット成分bと直交検波器のオフセット成分aが重畳され見掛け上cで示すオフセットが現れる。通常的手段ではこの両オフセット成分の各々の

計測は不可能である。本発明ではこの各々のオフセット量を以下のようにして測定する。直交変調28に入力される基準搬送波の位相を0〜360°ずらしていくと、送信側オフセットbによりキャリアの位相が回転する。このため、直交検波器34で検波したベースバンド信号のうち直交変調器28のオフセット成分bが図34に示すように回転する。

【0090】このようにI、Q平面上において検波出力を0から360°回転させることができれば、その時のI、Q信号のそれぞれの最大値V<sub>imax</sub>、V<sub>qmax</sub>及び最小値V<sub>imin</sub>、V<sub>qmin</sub>を測定し、該最大値V<sub>imax</sub>、V<sub>qmax</sub>及び最小値V<sub>imin</sub>、V<sub>qmin</sub>を用いて次式によりオフセットΔV<sub>i</sub>、ΔV<sub>q</sub>を求めることができる。

$$\Delta V_i = (V_{imax} + V_{imin}) / 2 \quad \cdots (1)$$

$$\Delta V_q = (V_{qmax} + V_{qmin}) / 2 \quad \cdots (2)$$

上式の演算を行えば、図34の破線で示した直交検波器のオフセットaを認識できる。ついで、基準搬送波の位相シフト量を零にした状態で、演算/制御部24より

I、Q信号を直交変調器28に入力して図35に示すように、直交検波器34から単位円(図中の大きな円)のI、Q信号が検波出力されるようにする。すなわち、検波出力が単位円を描くように、演算/制御部24はI、Q信号を制御して直交変調器28に入力する。このようにすれば、(1)〜(2)式により変調及び検波系の総合のオフセットを求めることができる。そして、総合オフセットからすでに求めてある検波器のオフセットを複素的に減算すれば、直交変調器のオフセット(送信オフセット)が求まる。尚、送信オフは図30の送信オフ検出部により求めることもできる。

【0091】(c) 動作

プリアンプ期間において、演算/制御部24は上記原理で説明した制御を行って、まず、受信オフセットを求め、ついで、総合オフセットを求め、総合オフセットから受信オフセットを減算して送信オフセットを求める。そして、送信オフセットに基づいて第10実施例と同様のオフセット補償処理をおこなってI、Q信号レベルを調整する。また、受信オフセットに基づいて復調されたI、Q信号の入力レベルを微調整する。以後、上記処理を繰り返せば、送信オフセット、受信オフセットは次第に零に近づいてゆき、最終的に送信オフセット補償係数および復調データの入力レベル調整値(受信オフセット補償係数)が最適値に収束する。

【0092】プリアンプ期間においてオフセット補償係数が収束すれば(送信オフセット、受信オフセットが零になれば)、演算/制御部24は次の自己のタイムスロットから送信データにプリディストーション処理を施して出力し、アイドルタイムスロットにまたがって歪補償係数を演算、更新する。そして、通信終了時に更新した最新の歪補償係数、最新の送信オフセット補償係数、受信オフセット補償係数を不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM

M) 25aおよびバッテリーバックアップRAM25bに格納する。そして、次の通信時において、不揮発性メモリ(E<sup>2</sup>PROM)25aおよびバッテリーバックアップRAM25bに格納されている送信オフセット補償係数、受信オフセット補償係数を用いてオフセット補償処理を開始する。

【0093】プリアンプ期間において各オフセット補償係数が収束しなければ、今回のタイムスロットにおけるプリディストーション処理を断念し、不揮発性メモリ25aあるいはバッテリーバックアップRAM25bに記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行って直交変調器に入力し、歪補償係数の更新は行わない。以上のように、オフセット補償処理により各オフセットを除去してから歪補償係数の更新処理を行うようにしたから、正しいプリディストーション処理ができ、速やかに良好な通信が可能になる。また、不揮発性メモリあるいはバッテリーバックアップRAMに最新の送信、受信オフセット補償係数値を保存し、次の通信において該オフセット補償値を用いてオフセット処理を開始するようにしたから短時間でオフセット補償係数を収束させてプリディストーション処理、歪補償係数の更新処理を開始することができる。以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。

【0094】

【発明の効果】以上本発明によれば、予め送信電力増幅器等の非線形歪を抑え、隣接チャネル漏洩電力を低減するための歪補償係数を求めて不揮発性記憶手段に初期設定しておき、運用時に該歪補償係数から始めて歪補償係数を更新するようにしたから歪補償係数が短時間で最適値に収束して運用時の状態に応じた正しいプリディストーション処理ができ、帯域の拡がりを抑えて隣接チャネル漏洩電力を低減することができる。また、通信終了時に最新の歪補償係数を記憶手段に保存して次の通信に際して使用するようにしたから次回通信時に歪補償係数を短時間で最適値に収束させることができる。

【0095】本発明によれば、割り当てられたタイムスロット以前に、演算/制御部は入力データにプリディストーション処理を施して出力バッファメモリに記憶し、直交変調器は該出力バッファに記憶されたデータに基づいて直交変調し、電力増幅器は搬送波を増幅して前記割り当てられたタイムスロットにおいてアンテナより空中に放射し、直交検波器は該搬送波を検波して帰還バッファメモリに格納し、演算/制御部は割り当てられたタイムスロット及びアイドルタイムスロットにまたがって、送信データと復調データを用いて歪補償係数の演算、更新処理を行う。このようにしたから、確実に1TDMAフレーム期間において、歪補償係数の更新処理を行って次の自己割り当てタイムスロットにおいて該更新された

歪補償係数を用いてプリディストーション処理を行うことができる。

【0096】本発明によれば、次のTDMAフレーム期間における自己のタイムスロットが迫ったとき、演算／制御部は歪補償係数の更新処理を打切るようにしたから、伝送速度が高速になって全入力データについてアイドルタイムスロットにおいて歪補償係数の更新ができない場合でも、演算／制御部はプリディストーション処理と歪補償係数の更新処理を交互に混乱することなく継続することができる。本発明によれば、演算／制御部は歪補償係数の更新に際して、送信データの各レベル毎に歪補償係数の更新処理を実行すると共に、TDMAフレーム期間において既に更新済みのレベルの送信データについては、該TDMA期間において歪補償係数演算を省略するようにしたから、歪補償係数の演算、更新回数を少なくすることができ、伝送速度が高速になっても十分に歪補償係数の更新が可能になり、高速伝送に対応することができる。

【0097】本発明によれば、TDMA部はプリアンブル期間に低速データを演算／制御部に入力し、演算／制御部はプリアンブル期間に輸入される低速データを用いてリアルタイムに歪補償係数を演算して更新し、また、バースト期間に輸入される高速データを保存しておき、自己のタイムスロット及びアイドルスロットにまたがって歪補償係数を演算して更新するようにしたから、歪補償係数を短時間で収束させることができる。本発明によれば、空中線で反射する反射波を検出し、データ送信バースト期間における反射波レベルが設定値以上の時、演算／制御部は歪補償係数の更新処理を行わないようにしたから歪補償係数が不正確になるのを防止できる。本発明によれば、チャンネル周波数／送信電力、周囲温度、電源電圧、空中線のVSWRのそれぞれに対して複数の歪補償係数を不揮発性記憶手段に記憶しておき、演算／制御部は使用時の状態（チャンネル周波数／送信電力、周囲温度、電源電圧、VSWR）に応じた歪補償係数を用いて歪補償、歪補償係数更新処理を行うようにしたから、使用時の状態が変化しても歪補償係数の収束時間を短縮することができる。

【0098】本発明によれば、TDMA部はプリアンブル期間に低速データを、バースト期間に通信データを演算／制御部に入力し、演算／制御部はプリアンブル期間において低速データと復調データとをリアルタイムに比較してその差の大小に基づいて歪補償係数の演算、更新を行うとともに適否を判定し、差が大きく歪補償係数が適当な値でない場合には警報を出力し、あるいは、データ送信を禁止するようにしたから、リアルタイムに適否判定を行うため各種バッファを除去でき、しかも、送信電力増幅器等の送信部の特性変動により歪補償係数が適正值でなくなったことを速やかにユーザは認識して対処することができる。本発明によれば、演算／制御部は歪

補償係数を用いて送信データにプリディストーション処理を施すと共に、送信データの一部データと該データにより変調した変調信号を復調して得られた復調データとを用いてリアルタイムに歪補償係数を算出して更新するようにしたから、1タイムスロットのデータ数をNサンプルとすれば、歪補償係数の更新処理をN/n回リアルタイムに行え、歪補償係数の収束を早めることができる。

【0099】本発明によれば、搬送波を復調し、復調データを演算／制御部に帰還入力する部分を付属装置として用意し、該部分を無線装置に着脱自在に接続できるようにしたから、工場出荷前に付属装置、疑似負荷を無線装置に接続して歪補償係数を収束させて不揮発性記憶手段に初期設定し、しかる後、付属装置を取り外して出荷でき、しかも、使用時には不揮発性記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて正確なプリディストーション処理できるため、低価格、軽量化、サイズの小型化が可能になる。本発明によれば、TDMA部はプリアンブル期間に低速データを、バースト期間に通信データを演算／制御部に入力し、演算／制御部は不揮発性記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いて通信データにプリディストーション処理を施すと共に、プリアンブル期間における低速データと復調データを用いて歪補償係数をリアルタイムに更新するようにしたから、高速データを用いて歪補償係数の更新処理を行う必要がないため、各種バッファを除去でき、しかも、歪補償係数の収束時間を短縮することができる。

【0100】本発明によれば、移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合、所定のタイムスロット（たとえば第1タイムスロット）において送信したデータと復調データを記憶し、演算／制御部は前記所定のタイムスロット以外のタイムスロットにおいて送信データと復調データを用いて歪補償係数の更新処理を行うようにしたから、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する無線装置も不揮発性記憶手段に記憶されている歪補償係数を用いてプリディストーション処理および歪補償係数更新処理ができ、歪補償係数を短時間で収束させることができる。本発明によれば、移動無線システムの基地局装置のように、複数のタイムスロットにおいてデータを送信する場合、所定の空きタイムスロットに低速データを挿入し、演算／制御部は空きタイムスロットの低速データと復調データを用いて歪補償係数を更新するようにしたから、高速データを用いて歪補償係数の更新処理を行う必要がないため、各種バッファを除去でき、しかも、歪補償係数の収束時間を短縮することができる。

【0101】本発明によれば、直交変調器のオフセット（送信オフセット）、直交検波器のオフセット（受信オフセット）の影響をなくしてから歪補償係数の演算、更新処理を行うようにしたから、正確なプリディストーション

ョン、歪補償係数更新処理ができる。本発明によれば、各オフセットを補償するためのレベル調整値（送信オフセット補償係数、受信オフセット補償係数）を記憶する不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段を設け、通信終了時に最新の各オフセット補償係数を不揮発性記憶手段に記憶し、通信時に不揮発性記憶手段に記憶されている各オフセット補償係数を初期値としてオフセット補償処理を開始するようにしたから、短時間でオフセット補償を収束させることができ、従って、プリディストーション処理、歪補償係数の更新処理の開始時期を早めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の原理説明図である。

【図 2】 第 1 実施例の無線装置の構成図である。

【図 3】 直交変調器と直交検波器の構成図である。

【図 4】 演算／制御部の機能的なブロック構成図である。

【図 5】 処理タイミングを示すタイムチャートである。

【図 6】 演算／制御部の処理フローである。

【図 7】 複数のタイムスロットでデータを送信する場合の説明図である。

【図 8】 複数のタイムスロットでデータを送信する無線装置の演算／制御部の処理フローである。

【図 9】 レベルが同一の場合において、歪補償係数の更新処理を省略する場合の歪補償係数記憶部の記憶内容説明図である。

【図 10】 歪補償係数の更新処理フローである。

【図 11】 第 2 実施例の説明図である。

【図 12】 第 2 実施例の無線装置の構成図である。

【図 13】 第 3 実施例の無線装置の構成図である。

【図 14】 第 3 実施例を変形した無線装置の構成図である。

【図 15】 第 4 実施例の無線装置の構成図である。

【図 16】 第 4 実施例における演算／制御部の処理フローである。

【図 17】 第 5 実施例の無線装置の構成図である。

【図 18】 第 5 実施例における演算／制御部の処理フローである。

【図 19】 第 6 実施例の無線装置の構成図である。

【図 20】 第 6 実施例を変形した無線装置の構成図である。

【図 21】 第 7 実施例の無線装置の構成図である。

【図 22】 第 7 実施例の説明図である。

【図 23】 第 7 実施例における演算／制御部の処理フローである。

【図 24】 複数のタイムスロットでデータを送信する場合における演算／制御部の処理フローである。

【図 25】 第 8 実施例の無線装置の構成図である。

【図 26】 歪補償係数の説明図である。

【図 27】 第 9 実施例の無線装置の構成図である。

【図 28】 第 9 実施例における歪補償係数の説明図である。

【図 29】 無変調時の複素平面上の出力を示す説明図である。

【図 30】 第 10 実施例の無線装置の構成図である。

【図 31】 第 11 実施例の無線装置の構成図である。

【図 32】 直交変調器、直交検波器周辺の構成図である。

【図 33】 直交検波器と直交変調器のオフセット説明図である。

【図 34】 直交検波器におけるベースバンド出力の位相回転を示す説明図である。

【図 35】 変調系と検波系の総合オフセットの説明図である。

【図 36】 従来の送信装置の構成図である。

【図 37】 送信電力増幅器の非直線性による問題点説明図である。

【図 38】 従来のデジタル非線形歪補償機能を備えた送信装置の構成図である。

【図 39】 演算／制御部の機能的な構成図である。

【図 40】 QPSK 変調波を複素平面上に表した説明図である。

【符号の説明】

21 CODEC

22 TDMA 部

23 入力バッファメモリ

24 DSP 等で構成される演算／制御部（歪補償部）

25 不揮発性記憶手段あるいはバッテリーバックアップされた記憶手段

26 DA 変換器

28 直交変調器

30 送信電力増幅器

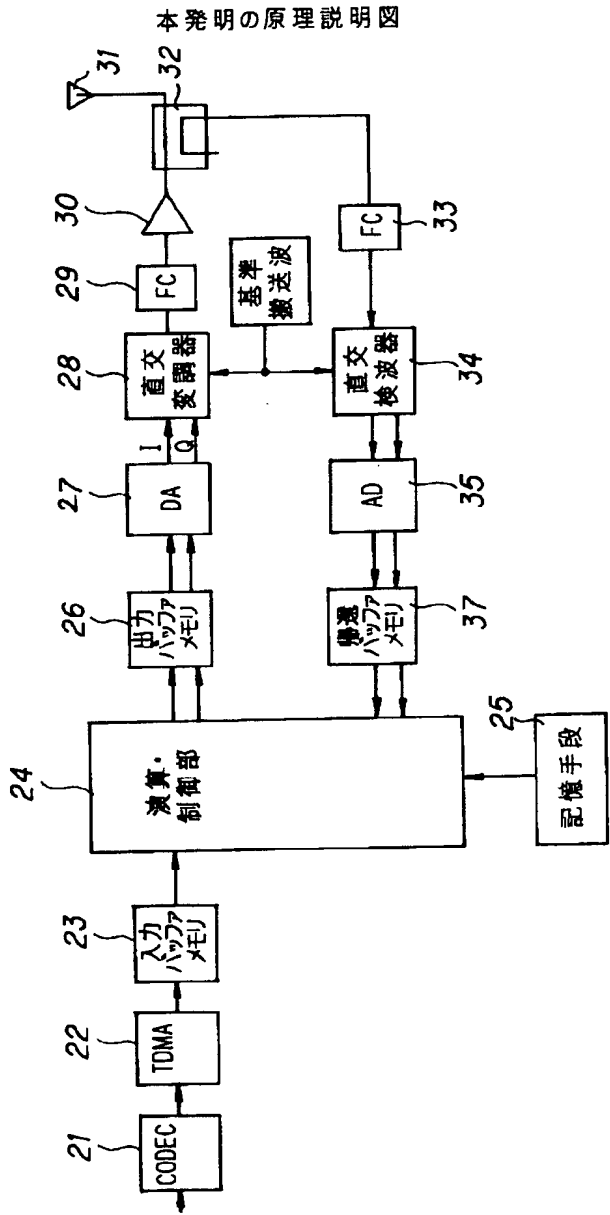
32 方向結合器

34 直交検波器

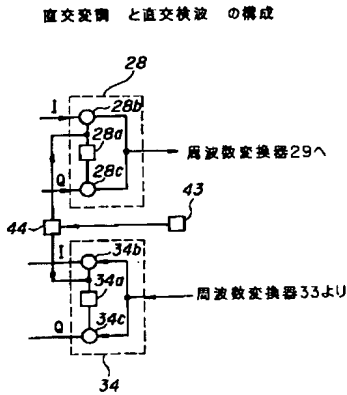
35 AD 変換器

36 復調データを記憶する帰還バッファメモリ

【図1】

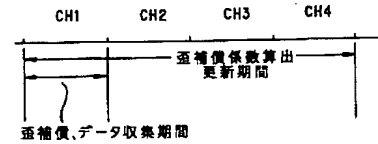


【図3】



【図7】

複数のタイムスロットでデータを送信する場合の説明図



【図9】

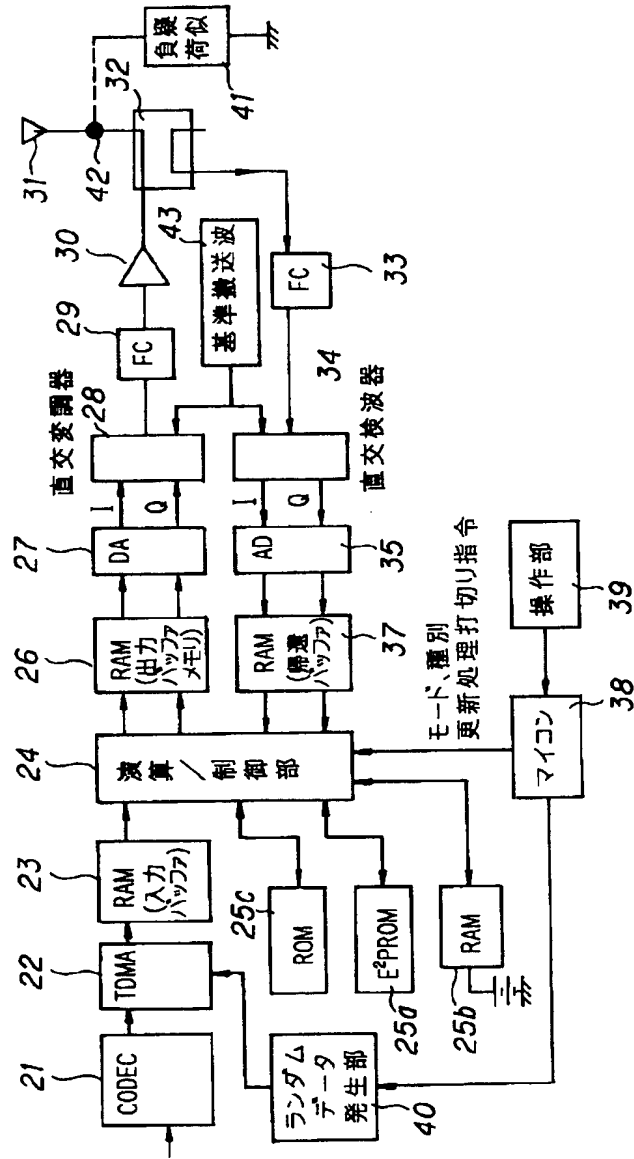
レベルが同一の場合において歪補償係数の更新処理を省略する場合の歪補償係数記憶部の記憶内容説明図

送出データレベル	歪補償係数	フラグ
0	$h(P_0)$	
1	$h(P_1)$	
2	$h(P_2)$	
3	$h(P_3)$	
⋮	⋮	
1023	$h(P_{1024})$	



【図2】

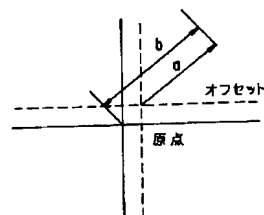
第1実施例の無線装置



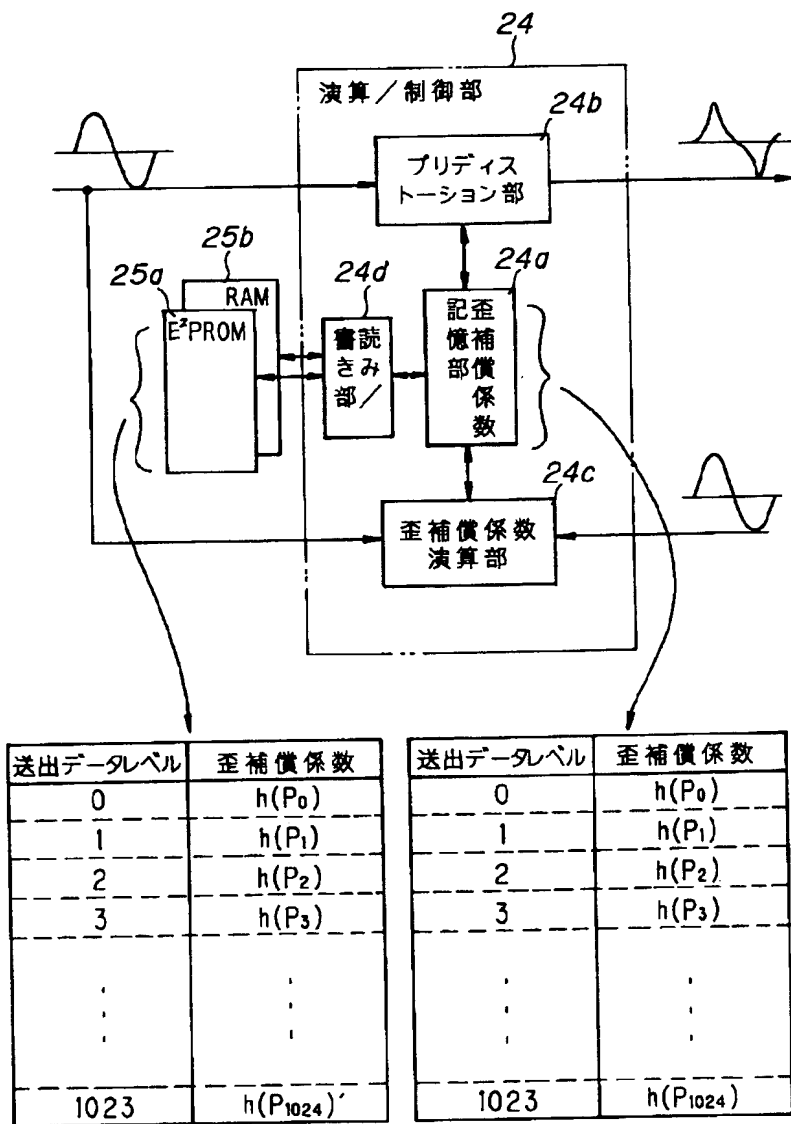
【図4】

【図40】

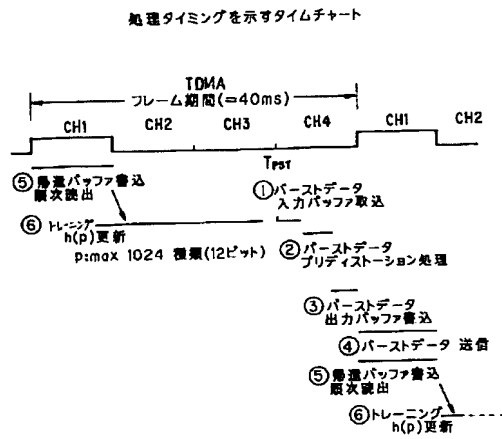
QPSK 変調波を複素平面上に表した図



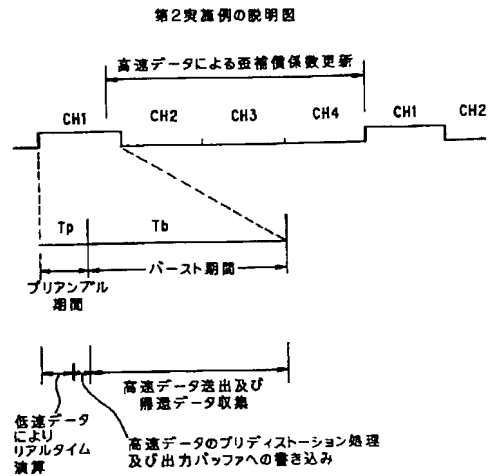
演算／制御部の機能的ブロック構成図



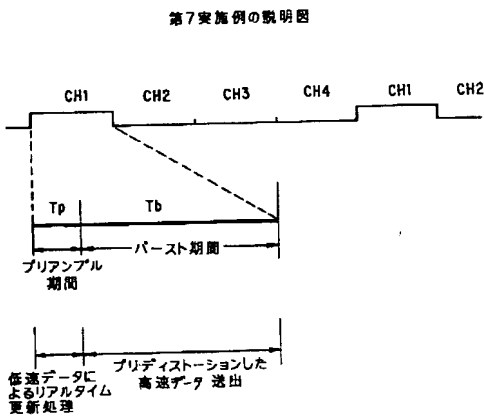
【図5】



【図11】



【図22】



【図26】

歪補償係数の説明図

(a)

		送信出力			
		0dB	-10dB	-20dB	-30dB
無線 キ ャ リ ア	1	$H_{11}$	$H_{12}$	$H_{13}$	$H_{14}$
	2	$H_{21}$	$H_{22}$	$H_{23}$	$H_{24}$
	3	$H_{31}$	$H_{32}$	$H_{33}$	$H_{34}$
	N	$H_{41}$	$H_{42}$	$H_{43}$	$H_{44}$

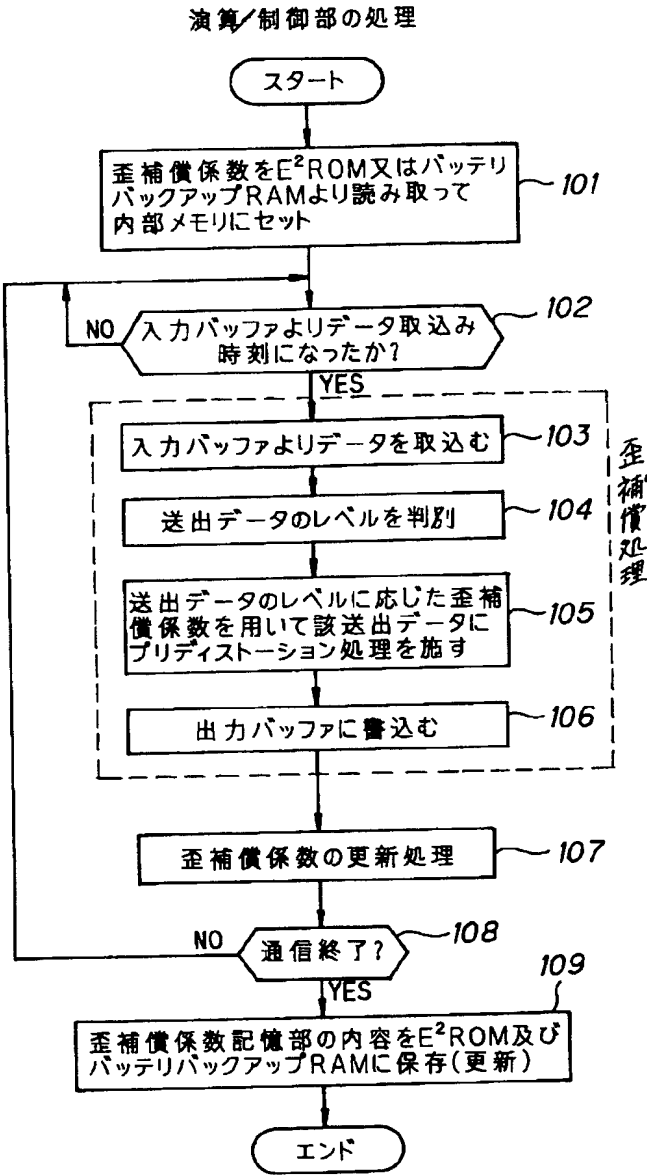
(b)

温度	歪補償係数
$t \leq t_0$	$H_0$
$t_0 < t \leq t_1$	$H_1$
$t_1 < t \leq t_2$	$H_2$
$t_2 < t$	$H_3$

(c)

電源電圧	歪補償係数
$V \leq V_0$	$H_0'$
$V_0 < V \leq V_1$	$H_1'$
$V_1 < V$	$H_2'$

【図6】



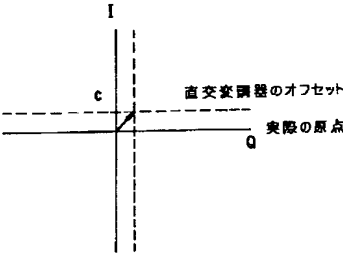
【図28】

第9実施例における歪補償係数の説明図

VSWR	送出データレベル	歪補償係数
3以上	0	$h(P_0)$
	1	$h(P_1)$
	2	$h(P_2)$
	3	$h(P_3)$
	⋮	⋮
3以下	1023	$h(P_{1024})$
	0	$h(P_0)'$
	1	$h(P_1)'$
	2	$h(P_2)'$
	3	$h(P_3)'$
	⋮	⋮
	1023	$h(P_{1024})'$

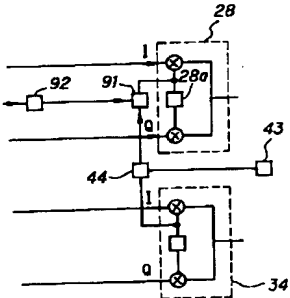
【図29】

無変調時の複素平面上の出力を示す説明図



【図32】

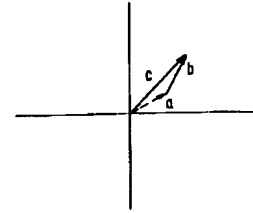
直交変調器、直交検波器周辺の構成



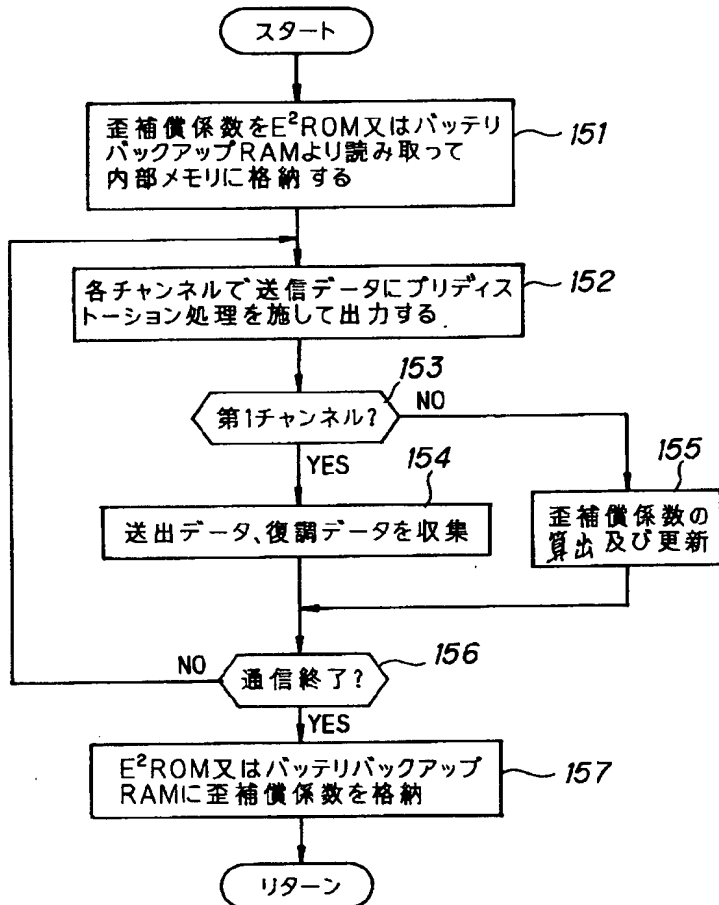
【図8】

【図33】

直交検波器と直交変調のオフセット説明図

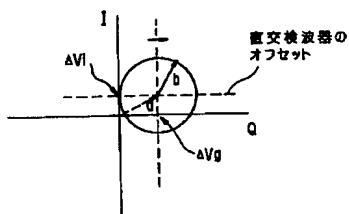


複数のタイムスロットでデータを送信する  
無線装置の演算/制御部の処理



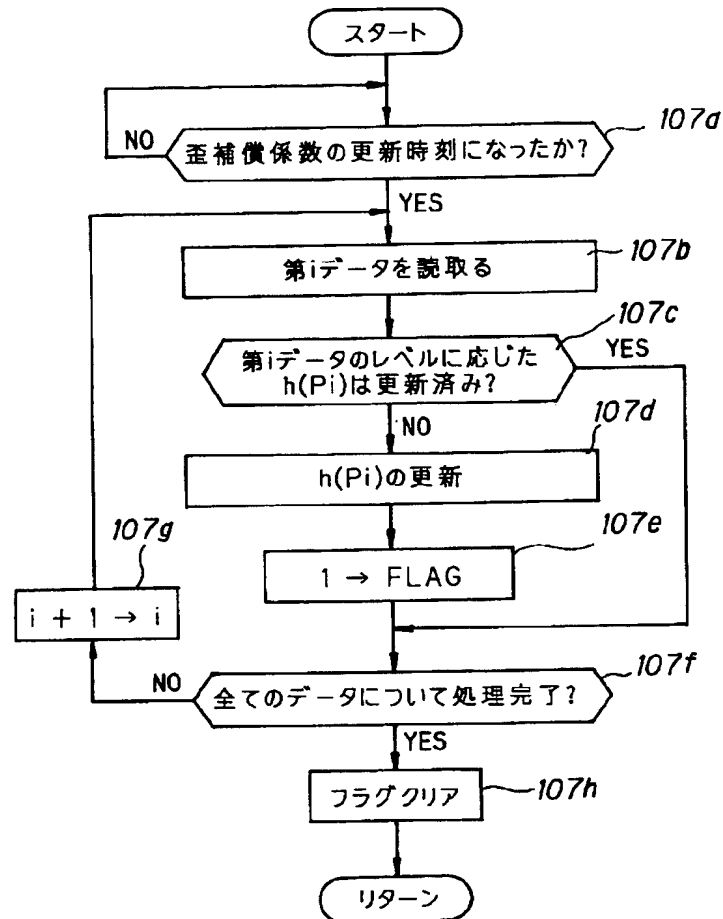
【図34】

直交検波器におけるベースバンド出力の位相回転を示す説明図

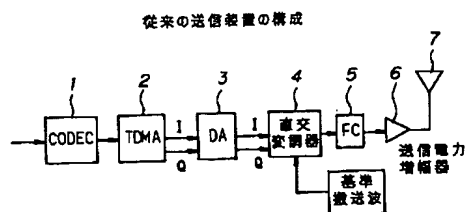


【図10】

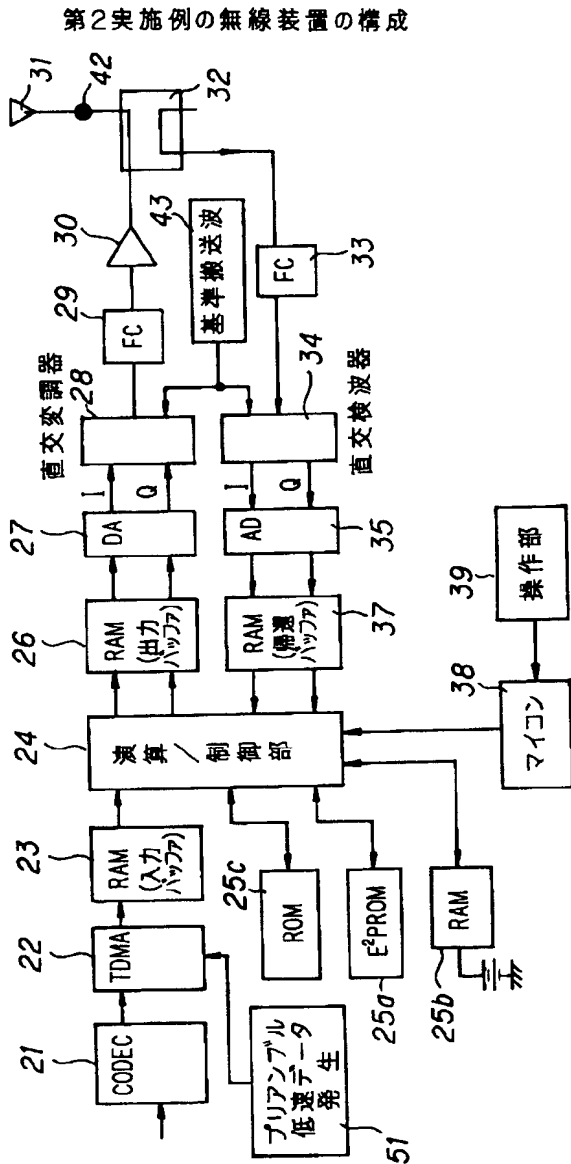
## 歪補償係数更新処理フロー



【図36】

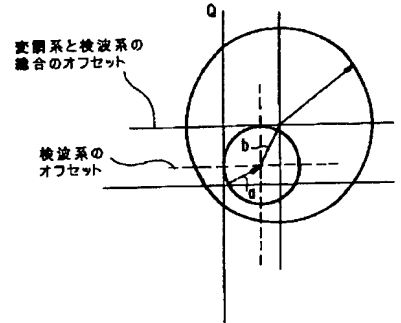


【図12】



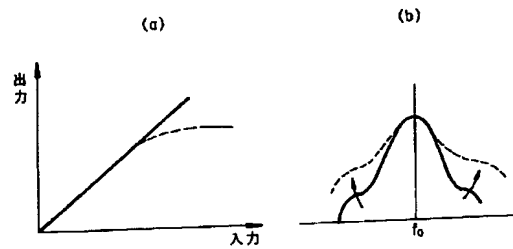
【図35】

変調系と検波系の結合オフセットの説明図

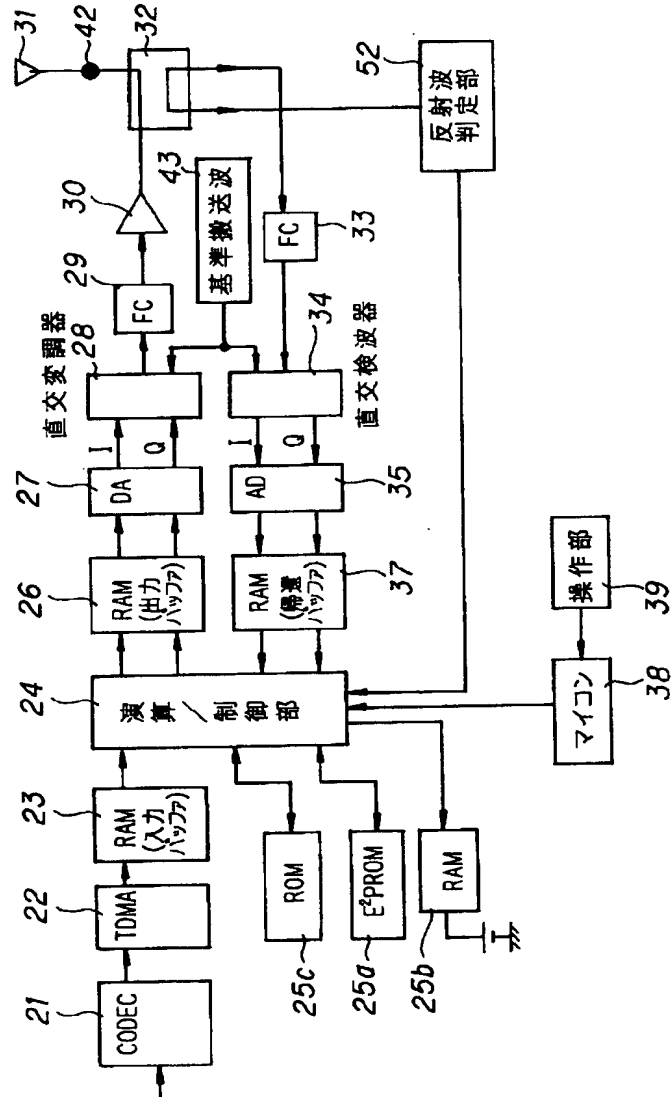


【図37】

送信電力増幅器の非直線性による問題点の説明図

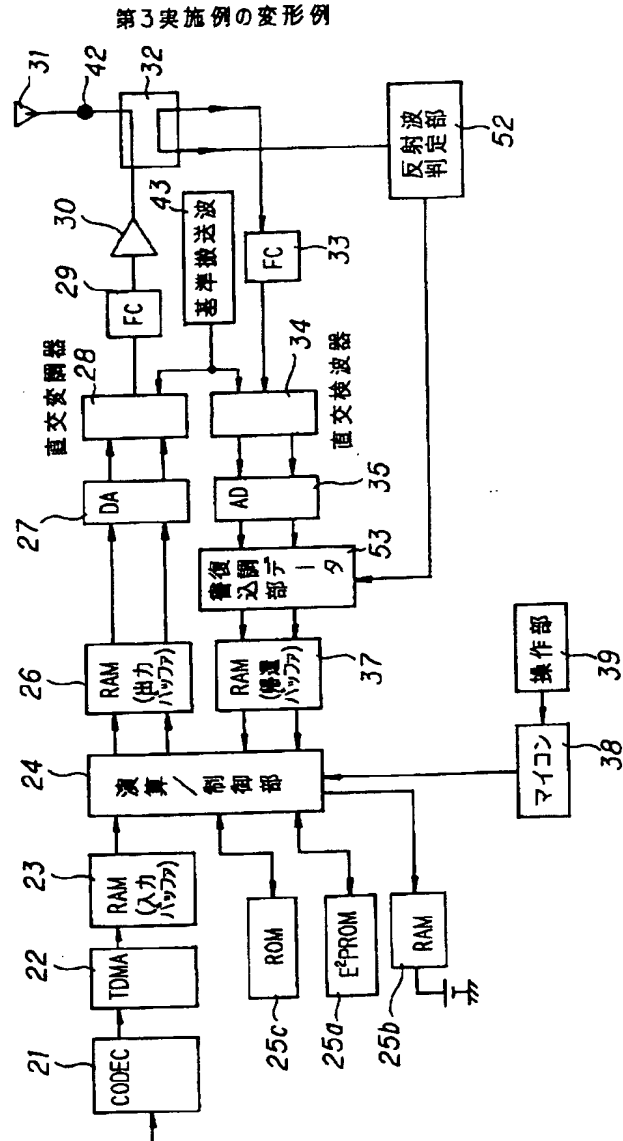


### 第3実施例の無線装置



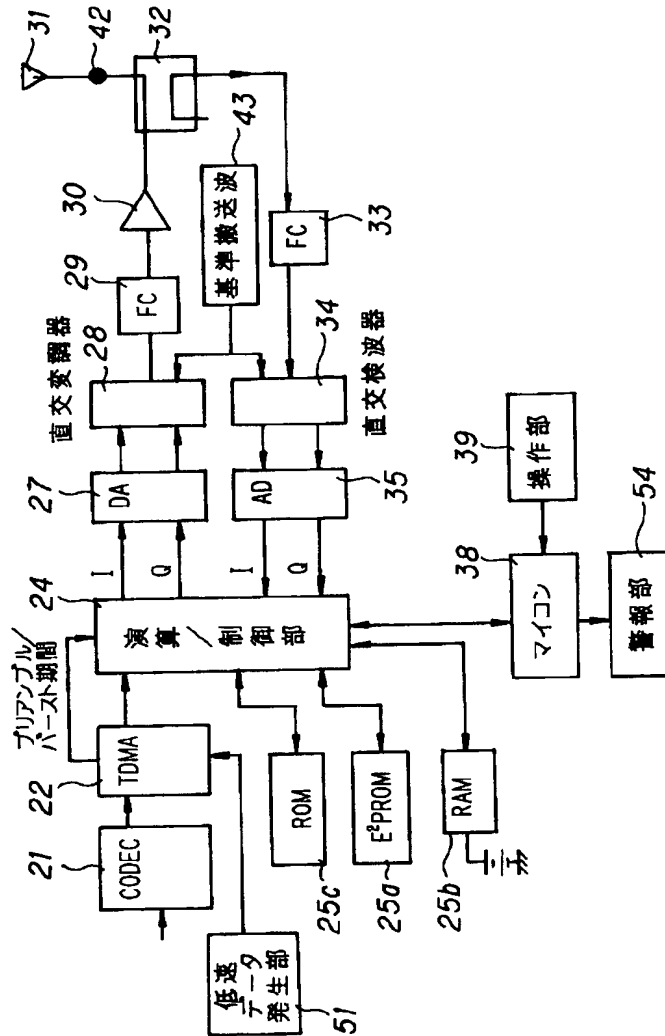


【図14】



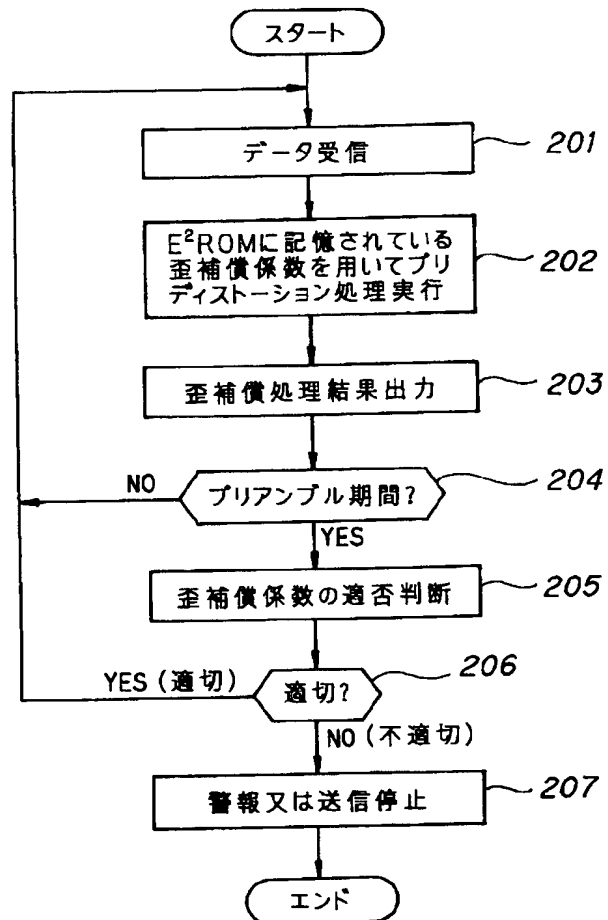
【図15】

第4実施例の無線装置

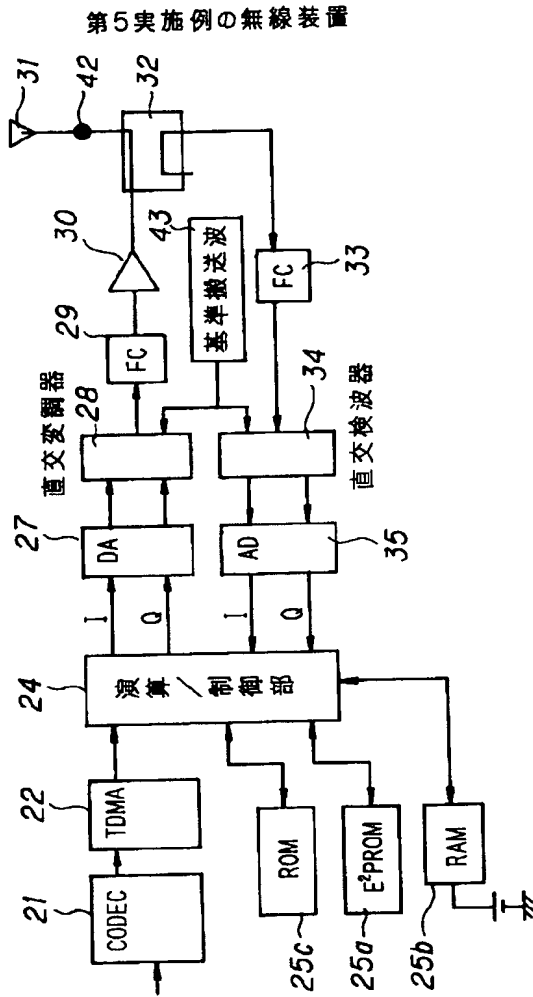


【図16】

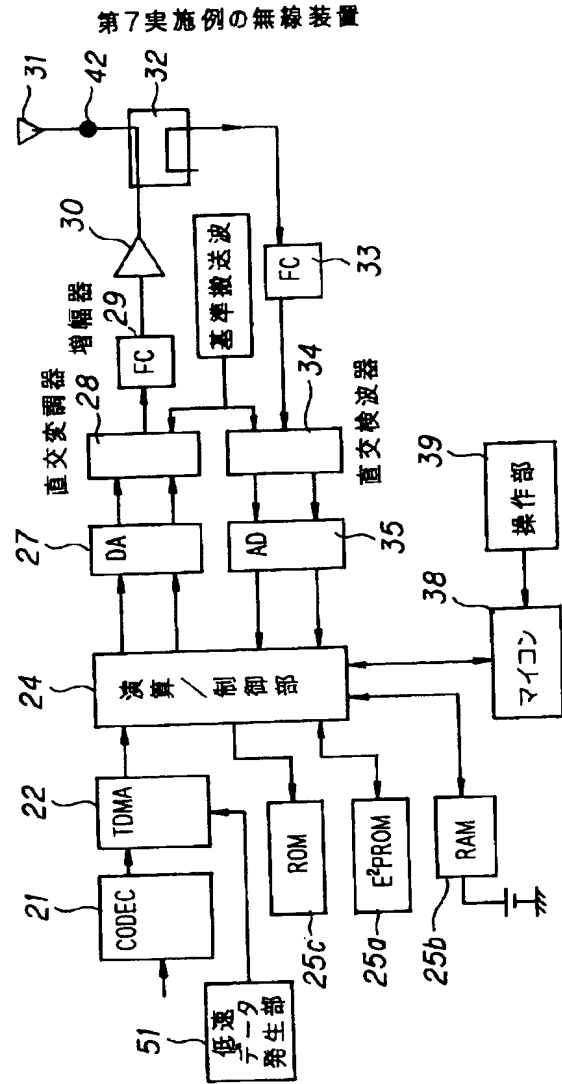
## 第4実施例における演算／制御部の処理



【図17】

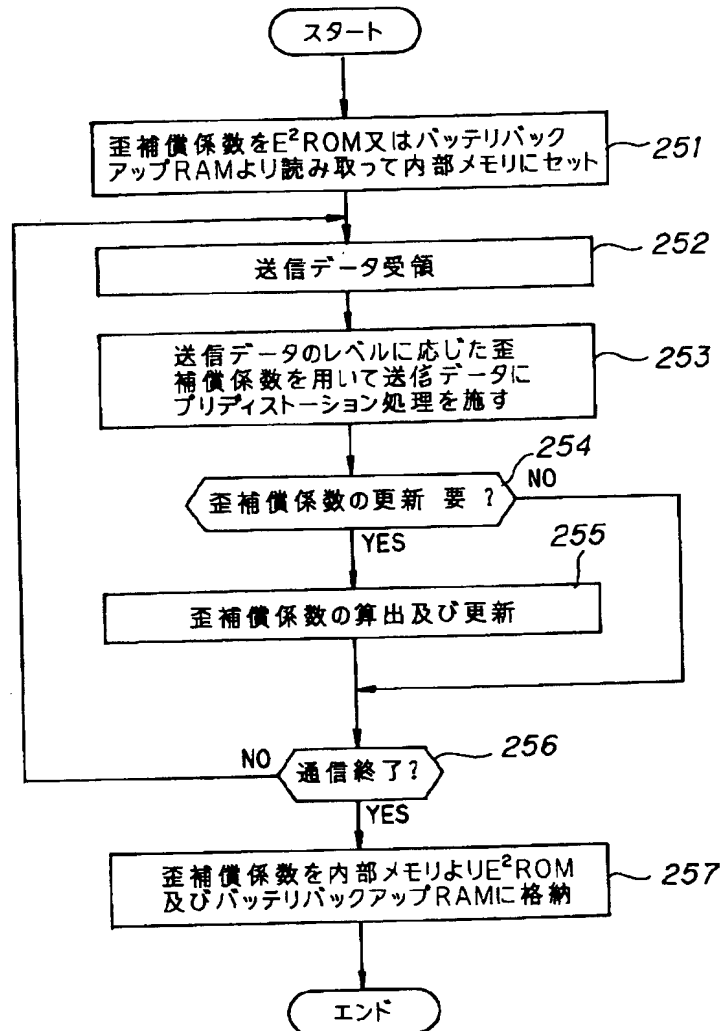


【図21】

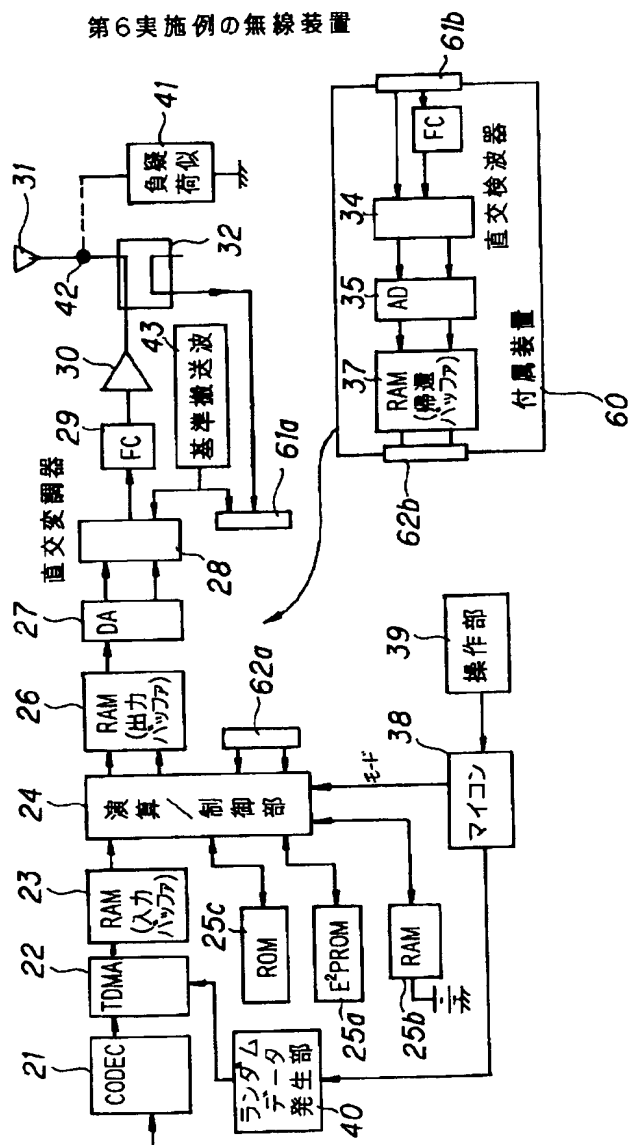


【図18】

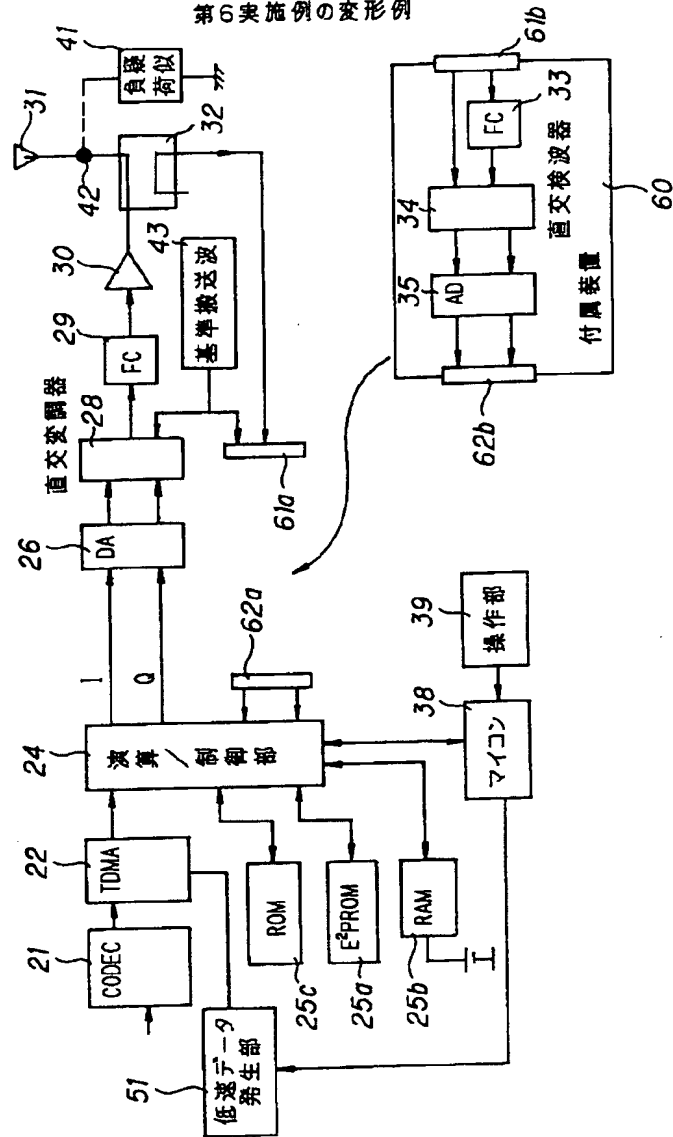
## 第5実施例における演算/制御部の処理フロー



## 第6実施例の無線装置

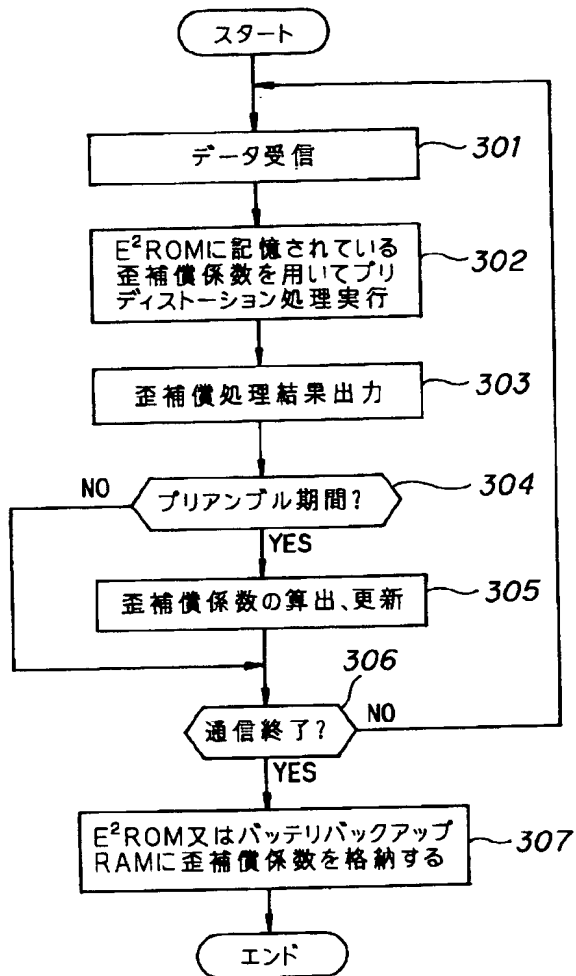


### 第6実施例の変形例



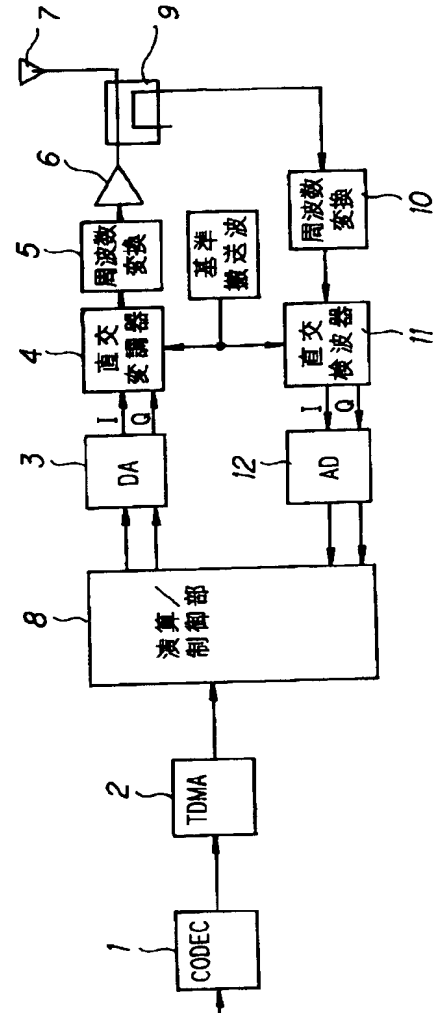
【図23】

第7実施例における演算／制御部の処理



【図38】

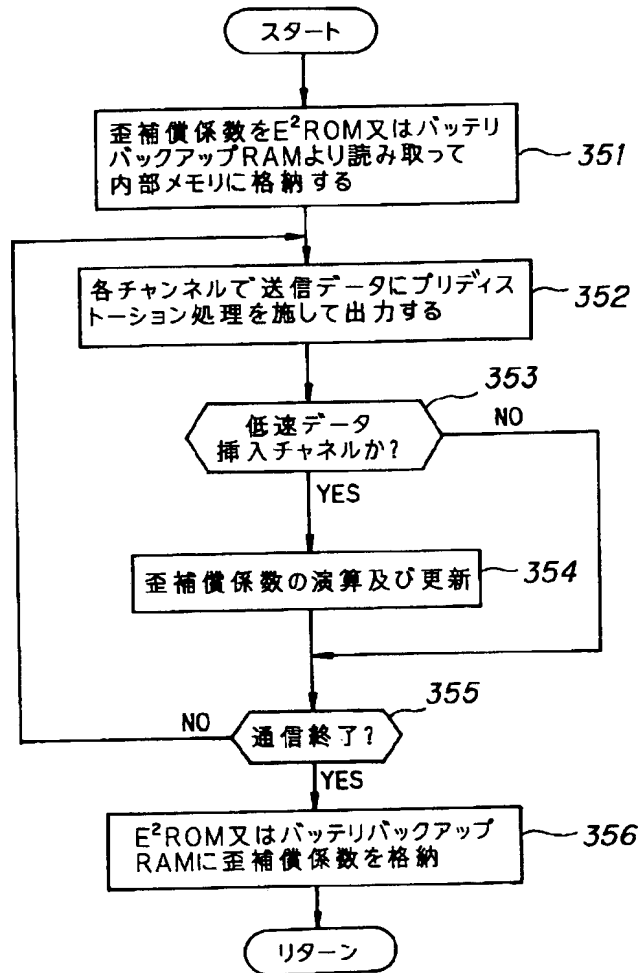
従来のデジタル非線形歪補償機能を備えた送信装置の構成





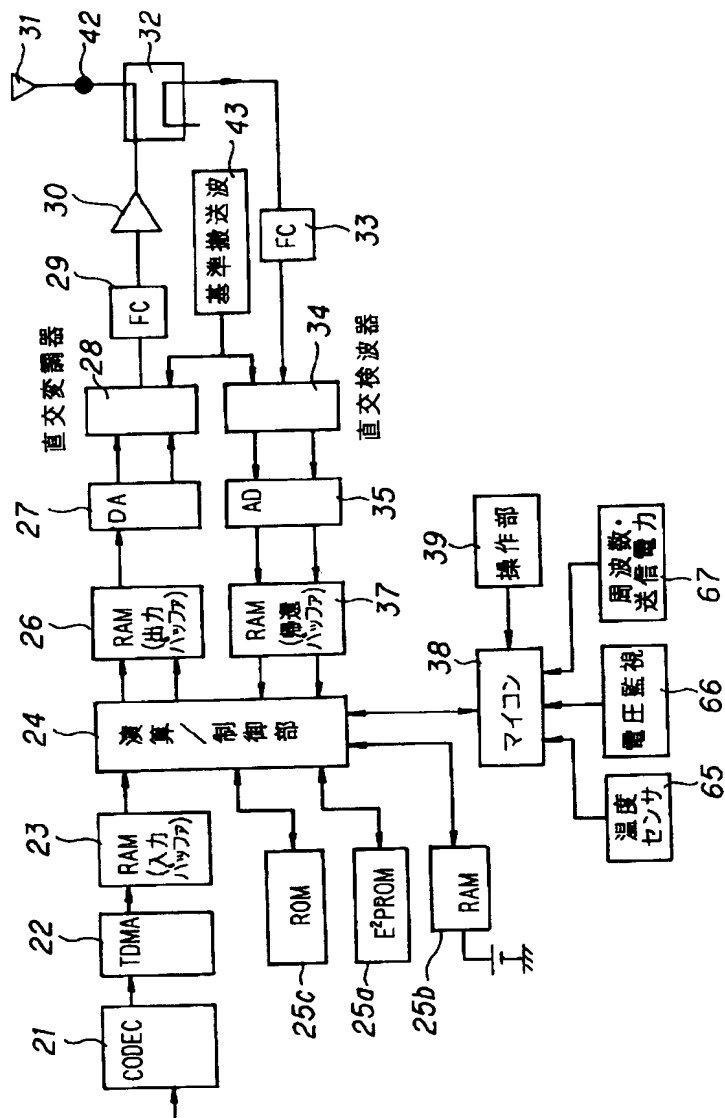
【図24】

複数のタイムスロットにおいてデータを送信する  
場合における演算／制御部の処理

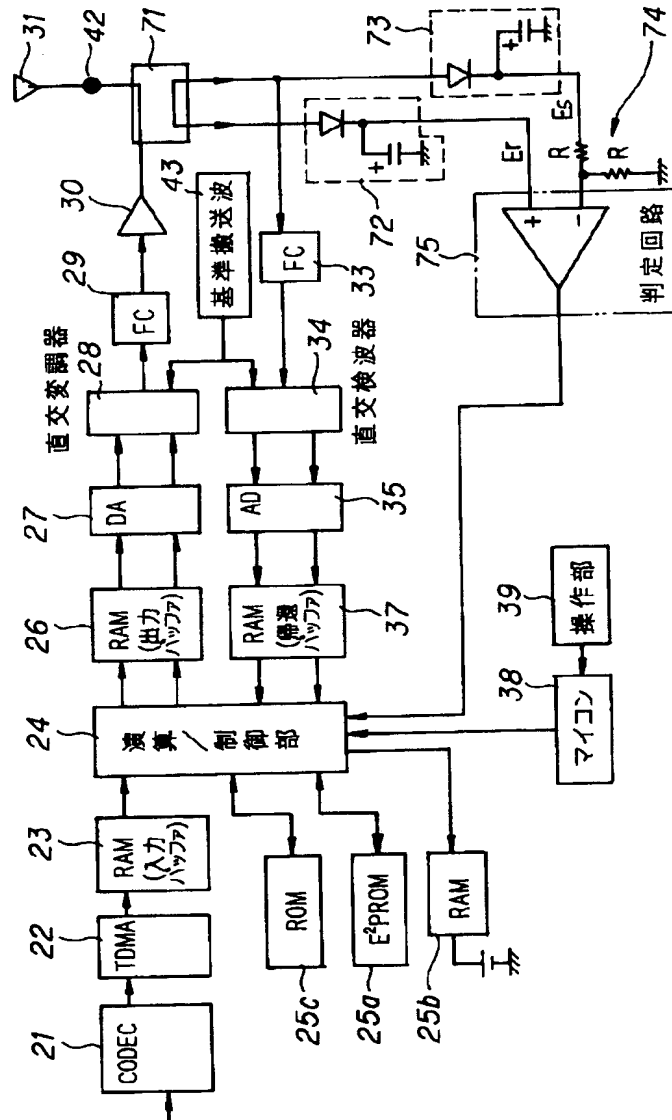


【図25】

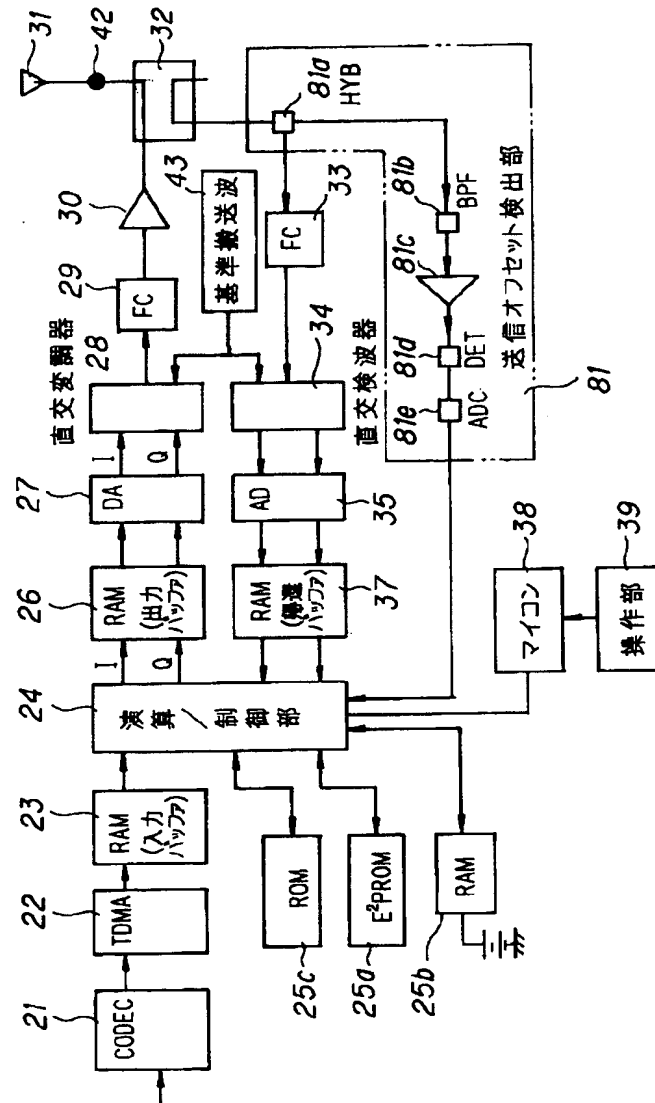
第8実施例の無線装置



## 第9実施例の無線装置



## 第10実施例の無線装置





【図39】

演算／制御部の機能的構成図

